Sammlung Göschen

Nutzpflanzen

von

Dr. J. Behrens

Sammlung Göschen.

Unser heutiges Wissen
in kurzen, klaren,
allgemeinverständlichen
Einzeldarstellungen.
Jede Nummer in elegantem Leinwandband 80 Pf.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

Zweck und Ziel der „Sammlung Göschen" ist, dem gebildeten Laien eine klare, leichtverständliche Einführung in sämtliche Gebiete der Wissenschaft und Technik zu geben. In engem Rahmen, auf streng wissenschaftlicher Grundlage und mit steter Berücksichtigung des neuesten Standes der Forschung, aber dabei doch in leichtverständlicher Form, bietet sie zuverlässige Belehrung. Jedes einzelne Gebiet ist in sich geschlossen dargestellt, aber dennoch stehen alle Bändchen in innerem Zusammenhange miteinander, so daß das Ganze, wenn es vollendet vorliegt, eine einheitliche, systematische Darstellung unseres gesamten Wissens bilden dürfte.

Verzeichnis der bis jetzt erschienenen Bände.

1 **Der Nibelunge Nôt** in Auswahl und Mittelhochdeutsche Grammatik mit kurzem Wörterbuch von Dr. W. Golther, Professor an der Universität Rostock.

2 **Lessings Emilia Galotti.** Mit Einleitung und Anmerkungen von Oberlehrer Dr. Votsch.

3 **Lessings Fabeln,** nebst Abhandlungen mit dieser Dichtungsart verwandten Inhalts. Mit Einleitung von Karl Goedeke.

4 **Lessings Laokoon.** Mit Einleitung von Karl Goedeke.

5 **Lessings Minna v. Barnhelm.** Mit Anmerkungen v. Dr. Tomascheck.

6 **Lessings Nathan der Weise.** Mit Anmerkungen von den Professoren Denzel und Kraz.

7 **Martin Luther, Thomas Murner u. d. Kirchenlied d. 16. Jahrh.** Ausgewählt u. m. Anmerkungen versehen v. Professor G. Berlit, Oberl. am Nikolaigymnasium zu Leipzig.

8 **Die Dampfmaschine.** Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 48 Fig.

9 **Die Dampfkessel.** Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur in Nürnberg. Mit 67 Fig.

10 **Kudrun und Dietrichepen.** Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Firiczek, Professor an der Universität Münster.

11 **Astronomie.** Größe, Bewegung u. Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neu bearb. von Dr. W. F. Wislicenus, Professor an der Universität Straßburg. Mit 36 Abbild. und einer Sternkarte.

12 **Pädagogik** im Grundriß von Prof. Dr. W. Rein, Direktor des Pädagog. Seminars an der Universität Jena.

Sammlung Göschen.

Je in elegantem Leinwandband **80 Pf.**

13 **Geologie** von Professor Dr. Eberh. Fraas in Stuttgart. Mit 16 Abbildungen und 4 Tafeln mit über 50 Figuren.

14 **Psychologie und Logik** zur Einführung in die Philosophie von Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Figuren.

15 **Deutsche Mythologie** von Dr. Friedrich Kauffmann, Professor an der Universität Kiel.

16 **Griechische Altertumskunde** von Prof. Dr. Rich. Maisch, neu bearbeit. v. Rektor Dr. Franz Pohlhammer. Mit 9 Vollbildern.

17 **Aufsatzentwürfe** von Oberstudienrat Dr. L. W. Straub, Rektor des Eberhard-Ludwigs-Gymnasiums in Stuttgart.

18 **Der menschliche Körper, sein Bau und seine Thätigkeiten**, von E. Rebmann, Oberrealschuldirektor in Freiburg i. B. Mit Gesundheitslehre v. Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abbildungen und 1 Tafel.

19 **Römische Geschichte**, neu bearb. von Realgymnasialdirektor Dr. Julius Koch.

20 **Deutsche Grammatik** und kurze Geschichte der deutschen Sprache von Schulr. Prof. Dr. O. Lyon in Dresden.

21 **Musikalische Akustik** von Dr. Karl L. Schäfer. Mit vielen Abbildgn.

22 **Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach** und **Gottfr. von Straßburg.** Auswahl aus dem höf. Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch von Dr. K. Marold, Prof. am kgl. Friedrichskollegium zu Königsberg in Pr.

23 **Walther von der Vogelweide** mit Auswahl aus Minnesang und Spruchdichtung. Mit Anmerkungen und einem Wörterbuch von Otto Güntter, Professor an d. Oberrealschule und an der Techn. Hochschule in Stuttgart.

24 **Hans Sachs u. Johann Fischart** nebst einem Anhang: Brant und Hutten. Ausgewählt und erläutert von Professor Dr. Jul. Sahr.

25 **Das deutsche Volkslied**, ausgew. und erläutert von Professor Dr. Jul. Sahr.

26 **Physische Geographie** von Dr. Siegmund Günther, Professor an der Kgl. Technischen Hochschule in München. Mit 32 Abbildungen.

27 **Griechische und römische Götter- und Heldensage** von Dr Herm. Steuding, Professor am Kgl. Gymnasium in Wurzen.

28 **Althochdeutsche Literatur** mit Grammatik, Uebersetzung und Erläuterungen v. Th. Schauffler, Professor am Realgymnasium in Ulm.

29 **Mineralogie** von Dr. R. Brauns, Professor an d. Universität Gießen. Mit 130 Abbildungen.

30 **Kartenkunde**, geschichtlich dargest. von E. Gelcich, Direktor d. k. k. Nautischen Schule in Lussinpiccolo und F. Sauter, Professor am Realgymnasium in Ulm, neu bearb. von Dr. Paul Dinse, Assistent der Gesellschaft f. Erdkunde in Berlin. Mit 70 Abb.

31 **Geschichte d. deutsch. Literatur** von Dr. Max Koch, Professor a. d. Universität Breslau.

32 **Die deutsche Heldensage** von Dr. Otto Luitpold Jiriczek, Professor an der Universität Münster.

33 **Deutsche Geschichte im Mittelalter** (bis 1500) von Dr. F. Kurze, Oberlehrer a. Kgl. Luisengymnasium in Berlin.

36 **Der Cid. Geschichte des Don Ruy Diaz, Grafen von Bivar.** Von J. G. Herder. Hrsg. u. erläutert von Prof. Dr. Ernst Naumann i. Berlin.

37 **Unorganische Chemie** von Dr. Jos. Klein in Waldhof.

38 **Organische Chemie** von Dr. Jos. Klein in Waldhof.

39 **Zeichenschule** von Professor K. Kimmich in Ulm. Mit 17 Tafeln in Ton-, Farben- und Golddruck u. 135 Voll- und Textbildern.

40 **Deutsche Poetik** v. Dr. K. Borinski, Dozent an der Universität München.

41 **Ebene Geometrie** von G. Mahler, Professor der Mathematik am Gymnasium in Ulm. Mit 111 Fig.

Wenden!

Sammlung Göschen.

Je in elegantem Leinwandband **80 Pf.**

42 **Urgeschichte der Menschheit** von Dr. Moritz Hoernes, Professor a. d. Universität und Custosadjunkt am k. und k. naturhistor. Hofmuseum in Wien. Mit 48 Abb.

43 **Geschichte des alten Morgenlandes** von Dr. Fr. Hommel, Professor an der Universität München. Mit 6 Bildern und 1 Karte.

44 **Die Pflanze**, ihr Bau und ihr Leben von Oberlehrer Dr. E. Dennert. Mit 96 Abbildungen.

45 **Römische Altertumskunde** v. Dr. Leo Bloch, Dozent a. d. Universität Zürich. Mit 8 Vollbildern.

46 **Das Waltharilied**, im Versmaße der Urschrift übersetzt und erläutert von Professor Dr. H. Althof, Oberlehrer a. Realgymnasium i. Weimar.

47 **Arithmetik und Algebra** von Dr. Herm. Schubert, Professor an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg.

48 **Beispielsammlung z. Arithmetik u. Algebra**, 2765 Aufgaben, systematisch geordnet, von Dr. Hermann Schubert, Professor an der Gelehrtenschule des Johanneums i. Hamburg.

49 **Griechische Geschichte** von Dr. Heinrich Swoboda, Professor an d. deutschen Universität Prag.

50 **Schulpraxis.** Methodik d. Volksschule von R. Seyfert, Schuldirektor in Ölsnitz in V.

51 **Mathemat. Formelsammlung** u. Repetitorium der Mathematik, enth. die wichtigsten Formeln u. Lehrsätze der Arithmetik, Algebra, algebraischen Analysis, ebenen Geometrie, Stereometrie, ebenen u. sphärischen Trigonometrie, mathem. Geographie, analyt. Geometrie der Ebene und des Raumes, der Differential- und Integralrechnung v. O. Th. Bürklen, Professor am kgl. Realgymnasium in Schw.-Gmünd. Mit 18 Figuren.

52 **Geschichte der römischen Literatur** von Dr. Hermann Joachim in Hamburg.

53 **Niedere Analysis** von Professor Dr. Benedikt Sporer in Ehingen. Mit 5 Figuren.

54 **Meteorologie** von Dr. W. Trabert, Dozent a. d. Universität u. Sekretär der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie in Wien. Mit 49 Abb. u. 7 Taf.

55 **Das Fremdwort im Deutschen** v. Dr. Rudolf Kleinpaul

56 **Deutsche Kulturgeschichte** v. Dr. Reinh. Günther.

57 **Perspektive** nebst einem Anhang üb. Schattenkonstruktion u. Parallelperspektive von Architekt Hans Freyberger, Fachlehrer an der Kunstgewerbesch. i. Magdeburg. Mit 88 Abb.

58 **Geometrisches Zeichnen** von H. Becker, Architekt und Lehrer an der Baugewerkschule i. Magdeburg. Mit 282 Abbildungen.

59 **Indogermanische Sprachwissenschaft** von Dr. R. Meringer, Professor a. d. Universität Graz. Mit einer Tafel.

60 **Tierkunde** v. Dr. Franz v. Wagner, Professor an der Universität Gießen. Mit 78 Abbildungen.

61 **Deutsche Redelehre** von O. Probst, Gymnasiallehrer in München. Mit einer Tafel.

62 **Länderkunde von Europa** v. Dr. Franz Heiderich, Professor am Francisco-Josephinum in Mödling. Mit 14 Textkärtchen und Diagrammen u. einer Karte der Alpeneinteilung.

63 **Länderkunde der außereuropäischen Erdteile** von Dr. Franz Heiderich, Professor am Francisco-Josephinum in Mödling. Mit 11 Textkärtchen und Profilen.

64 **Deutsches Wörterbuch** von Dr. Ferdinand Detter, Professor an der Universität Prag.

65 **Analytische Geometrie d. Ebene** von Professor Dr. M. Simon in Straßburg. Mit 57 Figuren.

66 **Russische Grammatik** von Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität Prag.

67 **Russisches Lesebuch** mit Glossar von Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität Prag.

68 **Russisch-deutsches Gesprächsbuch** von Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität Prag.

Fortsetzung auf der vierten Vorsatzseite.

AgC
B

Sammlung Göschen

Nutzpflanzen

von

Dr. J. Behrens

565119
2.7.53

Leipzig
G. J. Göschen'sche Verlagshandlung
1900

Alle Rechte, insbesondere das Uebersetzungsrecht, von der Verlagshandlung vorbehalten.

Druck von Carl Rembold & Co. in Heilbronn.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	7
I. Nahrungsmittel liefernde Pflanzen	11
A. Rohrzucker liefernde Pflanzen	16
Zuckerrübe	16
Zuckerrohr	21
Zuckerpflanzen von geringerer Bedeutung	25
B. Stärke liefernde Pflanzen	26
Getreidearten	26
Stärkehaltige Knollen und Wurzeln	43
Kartoffel	43
Batate	47
Maniok	49
Stärkehaltige oberirdische Stämme (Sagobäume)	49
II. Obstgewächse	52
Weinrebe	55
Apfel- und Birnbaum	61
Steinobst	62
Feigenbaum	63
Dattelpalme	65
Bananen	65
III. Genußmittel liefernde Pflanzen	67
Kaffee	67
Thee	72
Kakao	76
Kolanuß	79
Matepflanze	80
Tabak	80
Mohn	85
Haschisch	85
IV. Gewürze	85
Vanille	86
Pfeffer	91

Seite

Gewürznelken 93
Zimtrinden 96
Senf 98
Hopfen 99

V. Fettes Oel und Wachs liefernde Pflanzen . . 100
Wachs liefernde Pflanzen 101
Oelpflanzen 102
Olive 104
Oelpalme 106
Cocosnuß 107
Raps 108
Erdnuß 108
Sesam 110

VI. Faserpflanzen 111
Haarfasern 112
Baumwolle 112
Bastfasern dikotyler Pflanzen 116
Flachs 117
Hanf 124
Ramie 125
Jute 126
Gefäßbündel monokotyler Pflanzen 127
Manilahanf 127
Coïr 129

VII. Kautschukpflanzen 129
Kautschuk liefernde Pflanzen 130
Guttapercha liefernde Pflanzen 137

VIII. Aetherische Oele und Harze 140
Pflanzen mit Hautdrüsen 141
Pflanzen mit Sekretschläuchen 144
Pflanzen mit intercellularen Oel- und Harzbehältern . . 144
Pflanzen mit nicht vorgebildetem ätherischem Oele . . 147

IX. Farb- und Gerbstoffpflanzen 148
Farbstoffpflanzen 149
Indigopflanzen 149
Andere Farbpflanzen 153
Gerbstoffpflanzen 155

Litteratur über Nutzpflanzen.

Engler-Prantl. Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig (Engelmann). [Seit 1887 im Erscheinen; demnächst fertig.]

Sadebeck, R. Die Kulturgewächse der Deutschen Kolonien und ihre Erzeugnisse. Jena (G. Fischer) 1899.

Schindler, Fr. Die Lehre vom Pflanzenbau auf physiologischer Grundlage. Allgemeiner Teil. Wien (C. Fromme) 1896. [Der specielle Teil steht noch aus.]

Semler, H. Die tropische Agrikultur. Ein Handbuch für Pflanzer und Kaufleute. 4 Bde. Wismar. 1886—1892. (II. Aufl. von R. Hindorf unter Mitwirkung von O. Warburg und M. Busemann herausgegeben. Seit 1897 im Erscheinen begriffen.)

Tschirch, Al. Indische Heil- und Nutzpflanzen. Berlin 1892.

Wiesner, J. Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Leipzig (Engelmann) 1873. (Eben in neuer Auflage erscheinend.)

Ferner zahlreiche Monographien und Einzelbearbeitungen, z. B. der Muskatnuß (Warburg, Leipzig 1897), der Genußmittel (Molisch, Jena 1891), der Vanille (Busse, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt. Bd. XV. 1898), der Getreidearten (Körnike, Berlin 1885), des Weinstocks (Babo und Mach, Berlin. Bd. I 1892, Bd. II 1896) u. s. w.

Die Verarbeitung der Rohstoffe, soweit dabei Organismen beteiligt sind, in Lafar, Fr., Handbuch der technischen Mykologie. Bd. I. Jena (G. Fischer) 1897. (Bd. II in Vorbereitung.)

Joergensen, A. Die Mikroorganismen der Gärungsindustrie. Berlin 1898.

Lintner, C. J, und G. Düll, Handbuch der landwirtschaftlichen Gewerbe, Berlin 1893, sowie die Handbücher der Zuckerfabrikation (Stohmann, Berlin 1893), Spiritusbrennerei (Maercker, Berlin 1897), Brauerei (Lintner, 1878), Stärkefabrikation (Stohmann, Berlin 1878) u. s. w.

Digitized by the Internet Archive
in 2025 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/34444006156095

Einleitung.

Mit demselben Recht, mit dem man das Licht als die Grundbedingung alles Lebens preist, darf man auch die grüne Pflanze als solche betrachten. Sie allein vermag es, im Bunde mit dem Licht, die einzige Form, in welcher der Kohlenstoff in der anorganischen Natur vorkommt, das Kohlendioxyd, CO_2, gewöhnlich Kohlensäure genannt, zu zerlegen und den Kohlenstoff in organische Bindung, zunächst mit Wasserstoff und Sauerstoff, überzuführen, zu assimilieren. Von den so erzeugten organischen Stoffen lebt das ganze Tierreich, sowie der Teil der Pflanzenwelt, der des grünen Chlorophyllfarbstoffes entbehrt, und das erste Assimilationsprodukt der Pflanzenzelle, das zunächst meist als Stärke im grünen Chlorophyllkorn sichtbar wird, bildet im Grunde den Ausgangspunkt, nicht nur für alle die verschiedenen Produkte der Pflanze, sondern auch für alle Präparate und Substanzen, welche die organische Chemie umfaßt, ja für alle Gebrauchsartikel, welche aus organischer Substanz bestehen, vom Holz, mit dem wir unsere Wohnungen bauen, bis zu den Nahrungsmitteln, die wir zu uns nehmen. Selbst die Steinkohlen, der Brennstoff, mit dem wir heizen, sind pflanzlichen Ursprungs, die Reste untergegangener Pflanzenbestände.

Nicht immer sind die Rohstoffe, gleich dem Holz, in der Form, in welcher sie uns die Pflanze liefert, für uns wertvoll; meist müssen sie durch mehr oder minder komplizierte Operationen mechanischer und chemischer Natur in andere Formen gebracht oder zerlegt werden, damit aus ihnen brauchbare Stoffe entstehen. So ist der Alkohol nur ein seltener Bestandteil der Pflanzen, wird aber leicht aus dem überaus verbreiteten Zucker durch Spaltung (Gärung) gewonnen. In vielen Fällen bedient sich zu solchen zweckmäßigen Umwandlungen resp. Zerlegungen der von den Pflanzen ursprünglich gelieferten Rohstoffe die Technik der Lebensthätigkeit von chlorophyllosen Pflanzen, Schimmelpilzen, Hefen oder Bakterien, oder gewisser nur in Organismen zu findender, künstlich bisher nicht dargestellter Stoffe, der sog. Enzyme, von welchen eine sehr geringe Menge im stande ist, große Mengen eines anderen, komplexen Stoffes zu spalten.

So wird die wohlschmeckende Citronensäure, die sich in der Natur nur in einigen Früchten (Citronen, Johannisbeere ꝛc.) reichlich findet, neuerdings aus Zucker fabrikmäßig gewonnen, indem man einen Schimmelpilz, Citromyces glaber Wehmer, auf Zuckerlösungen aussät, der bei seinem Wachstum große Mengen Citronensäure bildet (bis 50% des Zuckers). Gewisse Bakterien erzeugen aus Zucker in passenden Nährlösungen Milchsäure, und eines von ihnen wird neuerdings zur technischen Bereitung von Milchsäure aus Zucker benutzt. Die Essigbakterien (Fig. 1) verbrennen den Alkohol zu Essigsäure, und diese ihre Thätigkeit liefert in der Industrie die besseren Speiseessige.

Die bei weitem wichtigste derartige Anwendung findet aber die Hefe, welche die Grundlage der gesamten

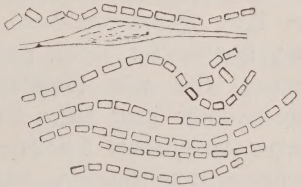

Fig. 1. Essigbakterien, Bacterium Pasteurianum Hansen. Nach Hansen.

Alkoholindustrie ist. Die Hefe (Saccharomyces) ist ein einzelliger Pilz von im allgemeinen ellipsoidischer, bald mehr abgerundet kugelförmiger, bald langgestreckter Gestalt und einer Größe, die um wenige Tausendstel eines Millimeters schwankt. Die einzelnen Zellen vermehren sich durch Sprossung, indem an einer Stelle des Umfangs der Mutterzelle eine blasenförmige Ausstülpung entsteht, die allmählich heranwächst und endlich an der schmalen Ansatzstelle sich abschnürt. Außerdem werden unter geeigneten Umständen

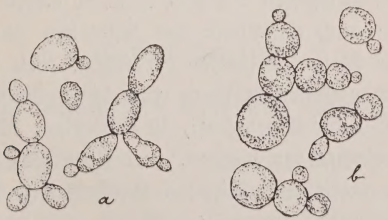

Fig. 2. Hefe: a Weinhefe, b. Bierhefe.

im Innern der einzelnen Zelle 1—4 Sporen gebildet. Im allgemeinen kann man unter den technisch verwende-

ten Hefen zunächst unterscheiden den Typus der Bierhefen (Saccharomyces cerevisiae) und den der Weinhefen (S. ellipsoideus), so genannt nach ihrem Hauptvorkommen und ihrer Hauptverwendung. Der dänische Forscher E. Chr. Hansen hat indes nachgewiesen, daß diese Unterscheidung eine rein künstliche und ungenügende ist, daß vielmehr jeder dieser Typen zahlreiche mehr oder weniger verschiedene Heferassen umfaßt, die konstante Unterschiede von einander darbieten. Diese echten Hefen zerlegen beim Wachstum in zuckerhaltigen Nährlösungen (Bierwürze, Traubenmost) den Zucker in Alkohol und Kohlensäure. Der von ihnen gebildete Alkohol ist aber gleichzeitig ein Zellgift, und so stellen sie bei steigendem Alkoholgehalt der Nährlösung schließlich ihre Gärthätigkeit ein, wenn auch noch gärungsfähiger Zucker vorhanden ist. Selbst die widerstandsfähigsten Hefen, die wir kennen, gehen über einen Alkoholgehalt von 16—17 % nicht hinaus, die weitaus meisten stellen ihre Gärthätigkeit bereits viel früher ein.

E. Buchner hat neuerdings nachgewiesen, daß im Plasma der Hefezellen ein oder mehrere Stoffe vorhanden sind, welche auch außerhalb der Zelle den Zucker in der angegebenen Weise zu spalten vermögen. Mit den meisten wasserlöslichen Eiweißstoffen teilt diese Substanz resp. dieses Gemisch die Eigenschaft, in wässeriger Lösung durch Erhitzen verändert zu werden, in diesem Fall seine Wirksamkeit zu verlieren. Dieselbe Erscheinung bieten jene als Enzyme oder, weniger passend, als unorganisierte Fermente bezeichneten und bereits oben erwähnten Substanzen, welche, ohne sich selbst zu verändern, so mannigfaltige Spaltungen und Veränderungen anderer Stoffe

hervorzubringen vermögen. Buchner faßt darum den Bestandteil der Hefe, der den Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerlegt, ebenfalls als Enzym auf und nennt ihn Zymase.

Solcher Enzyme, die in der technischen Verarbeitung der pflanzlichen Rohprodukte eine große Rolle spielen, kennen wir eine große Zahl. Wir erwähnen die Invertasen, Enzyme, welche den Rohrzucker in seine Komponenten, Glukose und Laevulose, spalten und z. B. ebenfalls von den meisten Hefen gebildet werden, ferner die Amylasen, jene Enzyme, welche die Stärke verzuckern, und von denen eine Anzahl mehr oder weniger verschiedener bekannt ist. Eines kommt z. B. im menschlichen Speichel vor (Ptyalin).

Dazu kommen weiter noch eiweißzersetzende (verdauende) Enzyme. Auf diese, sowie eine ganze Anzahl anderer Enzyme nebst den Pflanzen, welche sie liefern, werden wir im folgenden immer wieder zurückzukommen haben.

Erstes Kapitel.

Nahrungsmittel liefernde Pflanzen.

Wenn auch das Pflanzenreich der Urquell der Nahrung für Mensch und Tier ist, so bezieht doch der Kulturmensch mit seltenen Ausnahmefällen nur einen allerdings sehr wesentlichen und meist quantitativ vorwaltenden Teil seiner Nahrung direkt von der Pflanze. Von den beiden unbedingt notwendigen Gruppen von Nahrungsstoffen, den

stickstoffhaltigen (Eiweißstoffen) und den stickstofffreien, entnimmt er die ersteren wesentlich dem Tierreich als Fleisch, Eier u. s. w. Die meisten Pflanzenteile enthalten verhältnismäßig wenig Eiweißstoffe, so daß zur Deckung des Gesamtbedarfes an solchen die Aufnahme großer Pflanzenmassen notwendig wäre. Pflanzenfressende Tiere, wie die Wiederkäuer, sind durch die Größe ihres Magens und die Länge ihres Darmes dem angepaßt. Anders ist es beim Menschen, der nur aus relativ wenigen, eiweißreichen Pflanzensamen seinen Bedarf an Eiweiß decken könnte. Solche große Mengen von Eiweiß enthalten besonders die Samen der Hülsenfrüchte (Erbsen, Bohnen, Linsen). In China und Japan wird sogar die eiweißreiche Sojabohne (Soja oder Glycine hispida Maxim.) zur Bereitung von Käse benutzt, indem man den Bohnenbrei eine ähnliche Gärung durchmachen läßt, wie bei uns das aus der Milch gewonnene Casein.

Unter den stickstofffreien Nahrungsstoffen unterscheiden wir wieder zwei verschiedene Gruppen, die Kohlehydrate und die Fette. Nur von den letzteren wird ein Teil dem Tierreich entnommen; die Pflanzenfette, auch soweit sie zur menschlichen Nahrung dienen, werden wir an anderer Stelle im Zusammenhange besprechen.

Die Pflanze ist dagegen der fast ausschließliche Lieferant der zum Leben nötigen Kohlehydrate oder zuckerartigen Stoffe. Soweit sie als Nahrungsmittel in Betracht kommen, können wir die Gruppe der Kohlehydrate bestimmen als solche Zucker oder zuckerähnliche Stoffe, welche entweder selbst nach der Formel $C_6 H_{12} O_6$ zusammengesetzt sind oder aber sich leicht in derartige Zuckerarten umwandeln lassen. Diese Umwandlung ge-

schieht leicht durch Kochen mit verdünnten Säuren, oder aber durch eigenartige, in Wasser lösliche Enzyme d. h. Stoffe, die den Eiweißstoffen nahe stehen, durch Kochen ihrer wässerigen Lösung unwirksam gemacht werden, und von denen schon eine ganz geringe Menge ausreicht, um große Mengen anderer Körper umzuwandeln, unter Wasseraufnahme in einfachere zu zerlegen. Besonders charakteristisch für die einfachen Zucker $C_6 H_{12} O_6$, soweit sie hier in Betracht kommen, ist ihre Fähigkeit, durch Hefe in Alkohol und Kohlensäure gespalten zu werden nach der Formel

$$C_6 H_{12} O_6 = 2 C_2 H_6 O + 2 CO_2$$

Zucker Alkohol Kohlensäure,

ein Vorgang, der in der Technik viel verwendet wird.

Wir lassen die im Pflanzenreich verbreitetsten Kohlehydrate mit 6 Atomen Kohlenstoff oder einem vielfachen von 6, die sog. Hexosen und die durch Zusammentritt von mehreren Hexosen entstandenen Polysaccharide folgen.

Die verbreitetsten Hexosen sind:

Dextrose oder d-Glukose $C_6 H_{12} O_6$ und

Laevulose oder d-Laevulose $C_6 H_{12} O_6$,

die beide sowohl durch ihre physikalischen Eigenschaften, wie durch ihre chemische Struktur verschieden sind. Durch Vereinigung von einem Molekül Dextrose mit einem Molekül Laevulose unter Austritt von Wasser entsteht der allgemein bekannte

Rohrzucker $C_{12} H_{22} O_{11}$,

der durch Kochen mit verdünnten Säuren, sowie durch das weit verbreitete, auch in den meisten Hefen enthaltene Enzym Invertin wieder in seine Komponenten gespalten wird:

$$\underset{\text{Rohrzucker}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O = \underset{\text{Dextrose}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Laevulose}}{C_6H_{12}O_6}$$

Das Gemisch von gleichen Teilen Dextrose und Laevulose, wie es durch Spaltung (Inversion) des Rohrzuckers entsteht, bezeichnet man auch als Invertzucker. Durch Zusammentritt zweier Moleküle Dextrose entsteht die

Maltose $C_{12}H_{22}O_{11}$,

die durch das Enzym Maltase in Dextrose wieder verwandelt wird.

$$\underset{\text{Maltose}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O = 2\,\underset{\text{Dextrose}}{C_6H_{12}O_6}$$

Die Maltose ist der Hauptzucker des Malzes und der süßen Bierwürze.

Eines der verbreitetsten Kohlehydrate ist endlich die in Wasser nicht lösliche Stärke, nach der Formel

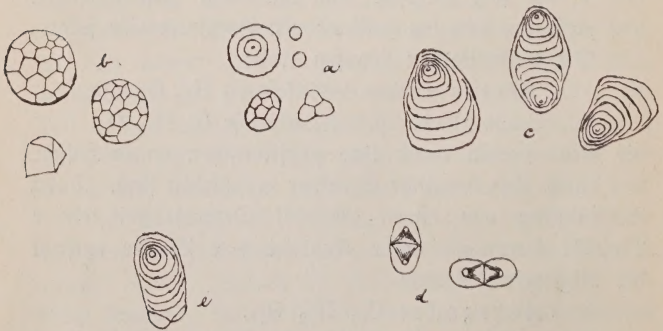

Fig 3. Stärkekörner a. von Weizen, b. von Reis, c. von Kartoffel, d. von Manihot utilissima (Tapiocastärke), e. von Metroxylon Rumphii (Sago).

$C_6H_{10}O_5$ zusammengesetzt, aber jedenfalls von viel höherem Molekulargewicht. Sie ist die verbreitetste Form,

unter der stickstofffreie Stoffe in den Pflanzen gespeichert werden, und bildet meist geschichtete Körner verschiedenster Form in der Pflanzenzelle (vgl. Fig. 3). Unter der Einwirkung von Enzymen, und zwar von Diastase, die im Pflanzenreiche sehr verbreitet ist, oder von Ptyalin, das im Speichel vorkommt, wird die Stärke verzuckert. Es entsteht nach verschiedenen Zwischenprodukten Maltose, die weiter in Dextrose gespalten wird:

$$\underset{\text{Stärke}}{C_6 H_{10} O_5} + H_2O = \underset{\text{Dextrose.}}{C_6 H_{12} O_6}$$

In ähnlichem Verhältnis zur Laevulose, wie die Stärke zur Dextrose, steht das in Schwarzwurzeln, Topinamburknollen u. s. w. vorkommende Inulin, das als menschliches Nahrungsmittel jedoch keine Rolle spielt.

Wenn wir unter Zucker die löslichen Kohlehydrate zusammenfassen, so können wir die pflanzlichen Nahrungsmittel, die unseren Bedarf an Kohlehydraten decken, einteilen in zuckerhaltige und in stärkehaltige. Zu den ersteren gehören als wesentlich Dextrose und Laevulose enthaltend die süßen Früchte, sowie andere Pflanzen und Pflanzenteile, welche wesentlich Rohrzucker enthalten, und aus denen dieser technisch gewonnen wird. Indem wir die süßen Früchte einer späteren Behandlung vorbehalten, wenden wir uns zunächst den Lieferanten des Rohrzuckers, dann denen der Stärke zu.

In größeren Mengen angehäuft finden wir beide Stoffe in solchen Pflanzenteilen (Samen, unter- und oberirdische Stammteile, Wurzeln) vor, welche eine längere Ruheperiode durchmachen und erst nach dieser wieder Wachstumserscheinungen zeigen. Dort wird der in den Blättern gebildete Zucker in einer der beiden genannten

Verbindungsformen gespeichert, um am Ende der Ruheperiode mit Beginn des neuen Wachstums wieder in die einfachen Hexosen übergeführt zu werden und in dieser Form das Material zum Wachstum zu liefern, bis die neu entstandenen Sprosse sich selbst zu ernähren im stande sind. Wesentlich aus solchen Reservestoffbehältern werden Stärke und Rohrzucker gewonnen.

A. Rohrzucker liefernde Pflanzen.

Zur technischen Gewinnung des an sich im Pflanzenreich sehr verbreiteten Rohrzuckers dienen in den gemäßigten Klimaten die Zuckerrübe, in den Tropen das Zuckerrohr. Geringere, nicht in Betracht kommende Mengen liefern die Stengel der Zuckerhirse (Andropogon saccharatus) und der Saft des Zuckerahorns (Acer saccharinum L.).

I. Die Zuckerrübe.

Die Zuckerrübe ist eine erst seit sehr kurzer Zeit bestehende Sorte der altbekannten und seit Jahrhunderten in zahlreichen Formen kultivierten Runkelrübe, welche ihrerseits zweifellos von der an den Küsten des Mittelmeeres wild wachsenden Beta vulgaris L. var. maritima Koch abstammt. Die Gattung Beta gehört zu den Chenopodiaceen. Die Stammpflanze der Zucker- und Runkelrübe ist je nach den Standortsverhältnissen eine zwei- oder mehrjährige Pflanze mit verdickter, aber holziger Wurzel. Wie Schindler gezeigt hat, neigt sie aber, in Kultur genommen, außerordentlich zu Abänderungen nach den verschiedensten Richtungen hin: die Blätter werden größer, die Form der Wurzeln wird sehr

verschieden, ihre Verzweigung nimmt bei einem Teil der Individuen sehr ab, sie werden fleischiger und zeigen insbesondere große Differenzen im Zuckergehalt. Durch Auswahl der mit den fleischigsten Wurzeln versehenen Formen zur Nachzucht ist jedenfalls die Runkelrübe mit ihrer fleischigen, dicken und zuckerreichen Wurzel gezüchtet worden, während andererseits der in Frankreich viel gezogene Gartenmangold, dessen Blätter zu Gemüse verwendet werden, und der eine spindelige Wurzel besitzt, durch Auswahl nach der Größe und Form der Blätter aus derselben wilden Stammform erhalten ist.

Die Runkelrübe und, wie hier gleich gesagt sein mag, auch die Zuckerrübe sind zweijährige Pflanzen. Im ersten Jahre nach der Aussaat bilden sie nur eine dickfleischige Wurzel, gekrönt von einem Blätterschopf. Der in den Blättern gebildete Zucker wandert hinab in die Wurzel und wird hier als Rohrzucker gespeichert. Im zweiten Jahre treibt die Rübe aus der Mitte ihres Blätterschopfes einen aufrechten hohen Sproß, an dem in großen Rispen die in Knäueln zusammenstehenden Blüten und endlich die Früchte entstehen. Danach geht die Pflanze ein.

Der Rohrzucker wurde in der Runkelrübe 1747 von Marggraf entdeckt, aber erst 1790 schritt der Chemiker Achard zur technischen Gewinnung des Rohrzuckers aus der Runkelrübe. Vorübergehend gewann dieser Industriezweig eine hervorragende Bedeutung, als durch die Napoleonische Kontinentalsperre die Einfuhr des aus dem Zuckerrohr gewonnenen Kolonialzuckers verhindert war. Nachdem aber mit dem Falle des Einfuhrverbots

der letztere wieder billig wurde, ging die Rübenzuckergewinnung zurück, schon wegen der Unvollkommenheit der Methoden und des Produktes. Nur in Frankreich erhielten sich einige Fabriken. In Deutschland lebte die Rübenzuckerfabrikation erst Ende der dreißiger Jahre wieder auf, gewann aber erst durch die Züchtung der zuckerreicheren, deshalb für die Zuckergewinnung mehr geeigneten Zuckerrübe ihre heutige Bedeutung.

Die Zuckerrübe verdankt ihre Entstehung der seit etwa 1850 einsetzenden Auslese der Rüben nach dem Zuckergehalt. Der erste, der eine solche Auslese der zur Samenzucht zu verwendenden Rüben ausübte, war der Züchter Vilmorin. Heute wird die Züchtung nach denselben Grundsätzen, nur nach anderen und vollkommeneren Methoden weiter betrieben; und da zwischen dem Zuckergehalt der Rübe und der äußeren Gestalt sowie dem inneren Bau derselben gewisse Beziehungen bestehen, so ist dadurch eine eigene, auch äußerlich von der Futter-Runkelrübe verschiedene Sorte, eben die Zuckerrübe, als die für die Zuckerfabrikation tauglichste Rübe herangezüchtet. Von einer zur Samenzucht zu verwendenden Rübe verlangt der Züchter nicht nur einen hohen Gehalt an Rohrzucker sowie einen niedrigen Gehalt an anderen wasserlöslichen Stoffen, sondern auch andere Eigenschaften, vor allem, daß sich der ursprüngliche Zuckergehalt während der winterlichen Aufbewahrung möglichst wenig vermindert. Im allgemeinen wird daher vor und bei der Ernte im Herbst der Züchter zunächst nach dem Aeußeren der Rübe eine vorläufige Auslese halten, wobei auf Zahl, Größe und Richtung der Blätter, sowie insbesondere auf eine schlanke und

doch volle Form der Rübe geachtet wird. Die so ausgelesenen Rüben werden dann, wo es möglich ist, einer weiteren vorläufigen Auslese durch Bestimmung ihres spezifischen Gewichtes unterworfen. Nur die spezifisch schwersten, im allgemeinen zuckerreichsten Rüben werden über Winter aufbewahrt und im Frühjahr nochmals genauer auf ihren Zuckergehalt untersucht. Nur diejenigen, deren Zuckergehalt auch dann noch befriedigt, werden endlich definitiv zur Zucht ausgepflanzt. Auf diese Weise wird die Zuckerrübe nicht nur auf der Höhe ihrer Leistungen erhalten, sondern auch noch stetig darin gesteigert.

Die Verarbeitung der Zuckerrüben auf Zucker geschieht im allgemeinen möglichst bald nach der Ernte, um Zuckerverluste durch Atmung und Austreiben während der Aufbewahrung möglichst zu vermeiden. Früher wurden die Rüben auf Reiben in einen Brei verwandelt und aus diesem der zuckerhaltige Saft ausgepreßt. Jetzt wird zur Gewinnung des Saftes ausschließlich das Diffusionsverfahren angewendet: Die Rüben werden durch Messer in Schnitzel verwandelt und mit heißem Wasser ausgezogen. Beim fortlaufenden Betrieb werden die gewonnenen Zuckerlösungen so lange, bis sie die Konzentration des Rübensaftes selbst erreicht haben, immer wieder zum Auslaugen neuer Schnitzel verwendet, derart, daß in einer Reihe von Diffusionsapparaten, einer Diffusionsbatterie, die konzentrierteste Lösung zur Auslaugung der frischen Schnitzel dient, mit reinem Wasser dagegen die schon wiederholt mit immer dünneren Zuckerlösungen ausgelaugten und fast erschöpften Schnitzel ausgezogen werden. Die gewonnenen Auszüge, welche neben

dem Zucker natürlich noch eine ganze Reihe anderer in Wasser löslicher Bestandteile des Rübenkörpers enthalten, werden dann filtriert, mit Kalk, Knochenkohle u. s. w. gereinigt und endlich durch Einkochen und Verdampfen zu einem Sirup konzentriert, aus dem der Rohrzucker in Kristallen sich ausscheiden kann. Dieser wird dann noch durch Abschleudern und Waschen von dem Sirup gereinigt und bildet das Endprodukt des Fabrikationsbetriebes, das in verschiedener Form in den Handel kommt. Den übrigbleibenden, dunkelgefärbten Sirup, der noch große Mengen Rohrzucker enthält, nennt man Melasse. Auf verschiedene Weise kann man die in ihr vorhandenen großen Rohrzuckermengen noch wenigstens zum Teil gewinnen. In Lösung werden dieselben namentlich durch die aus der Rübe ausgezogenen Kalisalze organischer Säuren gehalten. Je mehr von solchen vorhanden sind, um so größer sind die Rohrzuckermengen, welche in die Melasse übergehen, und es geht hieraus hervor, wie wichtig der Gehalt des Rübensaftes an Nichtzucker und das Verhältnis desselben zum Zuckergehalt für den Betrieb der Zuckerfabrik sind: Je niedriger der erstere, je günstiger das letztere, das durch den sog. Quotient gemessen wird, durch die Zahl, welche man durch Division des mit 100 multiplizierten Zuckergehaltes des Rübensaftes durch den Gehalt an Trockensubstanz (Zucker und Nichtzucker) erhält, um so tauglicher ist die Rübe für die Zuckerfabrikation. Da die melassebildenden Salze viel leichter durch Pergamentpapier diffundieren als der Rohrzucker, so hat man als einfachstes Verfahren zur Gewinnung von Rohrzucker aus Melasse das sog. Os-

moseverfahren ausgearbeitet: Bei demselben diffundiert in einem System von Zellen, die durch Pergamentpapier von einander geschieden sind, Melasse gegen heißes Wasser. Nachdem die Diffusion eine Zeit lang gedauert hat, wird sie unterbrochen, die an Salzen verarmte Melasselösung wird von neuem eingekocht, und jetzt scheidet sich wieder Rohrzucker aus ihr aus.

Die Zuckerrübe enthält während der Winterruhe nur Rohrzucker, und zwar in Mengen von 10—18 % ihres Gewichtes, während der Zuckergehalt der Runkelrübe unter 10% bleibt. Von letzterer verlangt man mit Rücksicht auf ihre Verwendung als Viehfutter einen höheren Gehalt an Eiweißstoffen (Nichtzucker). Der Wassergehalt der Zuckerrüben beträgt ca. 80 %. Die extrahierten Schnitzel dienen als Viehfutter und wurden früher behufs Aufbewahrung meist in Gruben eingestampft und dort einer Gärung (Säuerung) überlassen. Neuerdings werden sie durch Trocknen haltbar gemacht.

II. Zuckerrohr.

Das Zuckerrohr, Saccharum officinarum L. (Fig. 4), ist ein 2—4 m, ja bis 6 m hohes Gras mit 2—5 cm dicken Halmen und langen, 2—4 cm breiten Blättern. Die Halme sind nicht hohl, sondern enthalten ein saft- und zuckerreiches Mark. Die Blütenährchen, in lange, seidenartige Haare eingehüllt, stehen in 40—80 cm langen Rispen. Das Vaterland ist unbekannt, da die wilde Form noch nicht gefunden ist; jedenfalls ist es im tropischen Ostasien zu suchen. Jetzt ist das Zuckerrohr in zahlreichen Varietäten als Kulturpflanze über alle Tropenländer verbreitet.

Der früher verbreitete Glauben, das Zuckerrohr blühe nur sehr selten und ausnahmsweise, hat sich durch

Fig. 4. Zuckerrohr, Saccharum officinarum L.

die Untersuchungen Wakkers als irrig erwiesen. Es giebt allerdings die eine oder andere Sorte (Febu Gadja), bei welchen bisher noch nicht einmal Blütenstände beobachtet sind. Aber sonst ist die Blütenentwickelung gar nicht selten. Bei den meisten Varietäten freilich sind die Blüten oder wenigstens die Geschlechtsorgane in denselben mehr oder weniger reduziert, so daß die Fruchtbildung allerdings wirklich selten ist. Durch Bestäubung von solchen Sorten, die gut aus-

gebildete Fruchtknoten besitzen, wie das auf Java viel gebaute Cheribonrohr, mit solchen, deren Pollen normal gebildet ist, hat man neuerdings aber auch Samen und aus diesen neue Sorten, Kreuzungsprodukte, erhalten. In der Kultur wird das Zuckerrohr ausschließlich durch Stecklinge vermehrt, zu denen man einfach die obersten, Knospen tragenden und weniger Zucker enthaltenden Halmglieder verwendet. Die Rückbildung der Blüten bei den meisten Sorten ist wohl in der Weise entstanden, daß man gerade die am stärksten sich bestockenden und wachsenden Pflanzen zur Vermehrung auswählte, von ihnen die Stecklinge entnahm. Es ist aber eine allgemeine Erfahrung, daß eine rege vegetative Entfaltung verbunden ist mit einer Schwächung und Reduktion der Blütenbildung, und so hat man im Laufe der Zeit unwillkürlich durch die Auswahl der am stärksten wachsenden Pflanzen die Blütenbildung allmählich reduziert.

Der Zucker ist enthalten und wird gewonnen aus den Halmen, und zwar finden sich im Zuckerrohr außer dem Rohrzucker auch noch Dextrose und Laevulose. Letztere beiden Zuckerarten sind in größerer Menge nur in den noch wachsenden Teilen der Pflanze, besonders an der Spitze des Halmes, vorhanden. Der Rohrzucker häuft sich erst an, wenn das Wachstum eingestellt ist, und wird in den älteren Stengelgliedern mehr und mehr aufgespeichert. Der Gehalt an Rohrzucker ist daher zunächst in den untersten und ältesten Internodien des Halmes am größten. Mit zunehmender Reife des Rohrs steigt der Maximalgehalt an Rohrzucker allmählich höher. Neben ihm ist aber noch immer eine ge-

ringe Menge von den genannten beiden Invertzuckern vorhanden, die sofort zunimmt, unter gleichzeitiger Abnahme des Rohrzuckergehalts, wenn in dem betreffenden Halmglied neues Wachstum eintritt, Knospen oder Wurzelanlagen austreiben.

Wenn das Rohr erntereif ist, was 12—14 Monate nach dem Auspflanzen der Stecklinge der Fall ist, so wird es möglichst tief abgeschnitten; die Spitze sowie die Blätter werden entfernt und die Halme in Bündeln zur Fabrik gebracht. Dort wird durch eiserne Walzen der Saft herausgepreßt, der außer 18—20 % Rohrzucker natürlich gerade so wie der Rübensaft noch zahlreiche andere Bestandteile enthält. Durch Kochen mit Kalk und andere Operationen wird der Saft gereinigt und endlich zur Kristallisation des Rohrzuckers eingedampft. So wird der gelb gefärbte Rohzucker gewonnen, der meist erst in europäischen Raffinerien gereinigt, raffiniert wird.

Der nicht kristallisierende Sirup, der bei der Kristallisation des Rohrzuckers übrig bleibt, enthält wie die Rübenmelasse noch Rohrzucker, aber in viel geringeren Mengen als diese, und daneben die Gesamtmenge des Invertzuckers. Eine Verarbeitung der Zuckerrohrmelasse auf Rohrzucker, wie bei der Rübenmelasse, ist daher weder leicht möglich noch lohnend, und sie wird größtenteils zur Rumfabrikation verwendet. Zu diesem Zwecke mischt man die Melasselösung mit den Rückständen früherer Rumdestillationen, dem „Dunder", der vermöge der in ihm vorhandenen Säuren den Kalk der Melasse, herrührend von dem Kalkzusatz bei der Reinigung des Zuckerrohrsaftes, neutralisiert, und läßt die Flüssigkeit über

dem ausgepreßten Rohr vergären. Nach vollendeter Gärung wird die Maische destilliert und so der Rum gewonnen. Die zur Gärung nötige Hefe sitzt den Zuckerrohrhalmen auf.

III. Zuckerpflanzen von geringer Bedeutung.

Nur von geringer und lokaler Bedeutung ist die Gewinnung von Rohrzucker durch Eindampfen des aus Stammeinschnitten gewonnenen Frühlingssaftes des nordamerikanischen Zuckerahorn (Acer saccharinum L.), sowie die von Zucker (Rohrzucker?) aus dem Safte, der beim Abschneiden der jungen Blütenkolben der indischen und ostafrikanischen Fiederpalme Arenga saccharifera Labill. aus der Schnittfläche ausfließt, meist aber nicht zur Gewinnung eines rohen Zuckers eingedampft, sondern der von selbst sich einstellenden Gärung überlassen und als „Palmwein" genossen wird.

Solchen zu Palmwein geeigneten Blutungssaft gewinnt man durch Abschneiden des jungen Blütenstandes noch von vielen anderen Palmen, so von der Cocospalme (Cocos nucifera L.), von der ost- und der westafrikanischen Weinpalme (Raphia pedunculata P. B. und R. vinifera P. B.), von der indischen und der afrikanischen Delebpalme (Borassus flabellifer L. und B. Aethiopum Mart.), sowie von der Oelpalme (Elaeis guineensis L.), deren männliche Blütenstände dazu benutzt werden. Wie Molisch neuerdings gezeigt hat, ist dieser Vorgang des Blutens nicht eine Folge des Wurzeldrucks, sondern beruht auf eigenartigen osmotischen Vorgängen im lebenden Parenchymgewebe des verwundeten Stumpfes, hervorgerufen durch den Wundreiz.

Auf ähnliche Weise gewinnen die Mexikaner von der Agave americana L. ein alkoholisches Getränk, Pulque genannt.

B. Stärke liefernde Pflanzen.

Eine weit größere Bedeutung für die menschliche Ernährung als der Rohrzucker besitzt die Stärke, der wesentlichste Bestandteil der Getreidekörner, aus denen das Mehl gewonnen wird, somit auch des Brotes. Außer in den Samen findet sich das nutzbare Stärkemehl in einigen knollenförmig angeschwollenen unterirdischen Sprossen (Kartoffeln) und Wurzeln (Batate, Maniok), seltener in oberirdischen Stämmen (Mark der Sagopalme).

I. Die Getreidearten.

Die Früchte der Getreidearten, welche sämtlich zu den Gräsern (Gramineen) gehören, sind die wichtigsten Nahrungsmittel, welche das Pflanzenreich überhaupt liefert, und die Getreidearten selbst gehören zu den ältesten Kulturpflanzen, deren Ursprung bei den meisten in ein undurchdringliches Dunkel gehüllt ist.

Wie bei allen Gräsern, sind die Blüten in ein- oder mehrblütigen Aehrchen angeordnet, die ihrerseits wieder zu Rispen oder ährenförmigen Blütenständen zusammengeordnet sind. Die Aehrchenachse trägt zweireihig gestellte häutige Spelzen, von denen die unteren oft unfruchtbar sind (Hüllspelzen), die oberen dagegen je eine Blüte in ihrer Achsel tragen (Deckspelzen). Der Deckspelze gegenüber steht am Blütenstiel die Vorspelze,

das Vorblatt der eigentlichen Blüte, die meist drei Staubfäden und zwei Griffel besitzt.

Schreiten wir von Norden nach Süden vor, so finden wir in Europa nach einander folgende Getreidearten gebaut:

Hafer (Avena), Aehrchen in ausgebreiteten Rispen, von dem in Deutschland besonders zwei Arten in zahlreichen Sorten gebaut werden, Avena sativa L. mit allseits ausgebreiteter Rispe und A. orientalis Schreb. mit einseitswendiger Rispe;

Gerste (Hordeum) trägt wie auch die folgenden beiden Getreidegattungen die Aehrchen in den Ausschnitten einer Spindel ährig zusammengestellt. Man unterscheidet die zweizeilige Gerste (H. distichum L.) (von den sechs Reihen von Aehrchen an der Aehrenspindel sind nur zwei einander gegenüberstehende fruchtbar) und die sechszeiligen Gersten mit gleichmäßig fruchtbaren, in sechs Zeilen gestellten Aehrchen, H. hexastichon L., mit gleichförmig geordneten Aehrchenreihen, und H. vulgare L., auf jeder Seite mit zwei mehr hervorspringenden Aehrchenreihen, alle in zahlreichen Sorten.

Roggen, Secale cereale L., von der folgenden generisch kaum zu trennen.

Weizen, Triticum Tourn. mit zahlreichen kultivierten Arten und Formen, teils wie der Roggen mit frei aus den Spelzen ausfallenden Früchten (Tr. vulgare Vill., turgidum L., durum Desf., polonicum L.), teils wie die gewöhnlich gebauten Hafer- und Gerstensorten mit Früchten, die von den Spelzen fest umschlossen bleiben (die seltener gebauten Tr. spelta L., Dinkel

oder Spelz, Tr. dicoccum Schr., Emmer, und Tr. monococcum L., Einkorn).

Hafer wird nur im nördlichen Schottland als Brotfrucht gebaut, sonst nur als Viehfutter. Ebenso dient die Gerste nur in Norwegen und in Nordrußland als Brotfrucht, während sie schon bei uns nur zur Bier- und Malzbereitung und in Südeuropa, Arabien u. s. w. gar nur als Pferdefutter benutzt wird. In Rußland und Norddeutschland ist der Roggen die eigentliche Brotfrucht, welche weiter nach Süden hin durch den Weizen abgelöst wird.

Schon in Italien bildet indes eine andere Getreideart, der Mais, Zea Mays L., bei uns nur als Viehfutter gebaut, die wesentlichste Brotfrucht des Volkes. Der Mais stammt aus Amerika, wird indessen heutzutage in allen Tropenländern, sowie in den wärmeren, gemäßigteren Klimaten gebaut. Wild ist er resp. seine Stammform nicht bekannt. Er bildet ein 2 m und mehr hohes Gras mit zuckerreichen Stengelgliedern und breiten Blättern. Die Blütenstände sind eingeschlechtig; die männlichen bilden große endständige Rispen mit zweiblütigen Aehrchen, die weiblichen stehen in den Blattachseln und bilden Kolben, in denen die Aehrchen einer fleischigen Kolbenachse eingesenkt sind. Von den zwei Blüten jedes weiblichen Aehrchens ist nur eine, die obere, fruchtbar. Nach der Form, Farbe und Größe der Früchte unterscheidet man zahlreiche Sorten.

Eine andere, wohl noch wichtigere Brotfrucht der Tropen ist der Reis, Oryza sativa L. (Fig. 5), der, in Asien ursprünglich heimisch, heute in allen wärmeren Ländern verbreitet ist. Seine wilde Stammform ist

ebenfalls unbekannt. Der Reis ist ein 1—1,5 m hohes Gras mit zweigeschlechtigen Blüten, die nicht, wie die

Fig. 5. Reis, Oryza sativa L.

meisten Gräser, 3, sondern 6 Staubfäden besitzen. Die einblütigen Aehrchen sind in endständige Rispen zusammengestellt. Der Reis ist eine Sumpfpflanze und gedeiht demnach nur in sumpfigem Gelände. Aegypten ist infolge seiner regelmäßig wiederkehrenden Ueberschwemmungen ein Hauptproduktionsgebiet für Reis. Wie bei einer so alten Kulturpflanze selbstverständlich ist, unterscheidet man außerordentlich zahlreiche Spielarten, von denen einige sogar auf trockenen Feldern gebaut werden sollen.

Von anderen tropischen Getreidearten seien nur kurz die folgenden erwähnt:

Andropogon Sorghum (L.) Brot., Durra, Kaffernkorn, in zahlreichen Varietäten in Afrika gebaut;

Pennisetum spicatum (L.) Kcke., Negerhirse, wie die vorige gebaut, doch von geringerer Bedeutung.

Schon vorher ist erwähnt, daß wir über die Abstammung unserer Getreidearten wenig wissen. Nur vom Roggen ist es höchst wahrscheinlich, daß er von dem in Südeuropa wilden Secale montanum Guss. abstammt. Allerdings ist der letztere perennierend, und unser Roggen ein- bis zweijährig (Sommer- und Winterroggen). Aber auch beim Kulturroggen kommt es vor, daß die Stoppeln nach der Ernte wieder ausschlagen (Rückschlag in die Stammform), und in Südrußland wird noch heute eine ausdauernde Roggensorte kultiviert. Von den anderen Getreidearten unseres Klimas wird nur das Einkorn, Triticum monococcum L., heute in Griechenland, auf der Balkanhalbinsel und in Kleinasien noch wild in einer wenig abweichenden, als Tr. boeoticum Boiss. bezeichneten Form gefunden. Ein von der zweizeiligen Kulturgerste wesentlich nur durch seine zerbrechliche Rispenspindel verschiedenes Hordeum spontaneum Koch ist in Westasien und Nordafrika verbreitet, und auch unter unserer Kulturgerste treten Formen mit zerbrechlicher Spindel zuweilen als Rückschläge auf. Von allen anderen kennen wir die Stammformen nicht mehr; sie dürften ausgestorben sein.

Wenn wir aber auch die Abstammung und Geschichte unserer Hauptgetreidearten nicht kennen, so läßt sich doch über die Art der Züchtung aus dem Vergleich mit

wilden, nahestehenden Grasarten einiges Interessante folgern. Als die Stammpflanzen in Kultur genommen wurden, da hat die Züchtung in erster Linie auf möglichst große und schwere Körner hingearbeitet, wie man ja noch heutzutage in geordneten landwirtschaftlichen Betrieben nur die größten und schwersten Körner als Saatgut gebraucht und durch geeignete Operationen und Maschinen (Worfeln, Trieure u. dergl.) auslieft. Zugleich aber war man darauf angewiesen, solche Spielarten weiter zu bauen, bei denen der Verlust an Körnern bei der Ernte ein möglichst geringer war. Unsere wilden Gräser sind sämtlich mit eigenartigen Verbreitungseinrichtungen an den Fruchtständen ausgestattet. Die einzelnen Früchte, umhüllt von den Spelzen, oder die mehrfrüchtigen Aehrchen selbst, lösen sich bei der Reife von der Spindel, die an einer für jede Art oder Gattung charakteristischen Stelle im trockenen Zustande leicht zerbrechlich ist, ab und werden dann vermittels eigener Verbreitungsorgane (Haarbüschel u. dergl. für Windtransport, Grannen und Borsten für Transport im Wollpelz von Tieren u. s. f.) verschleppt. Die eigenartige, sich ganz von selbst einstellende Züchtungsrichtung bei der Kultur der Getreide-Stammpflanzen hat nun zur Folge gehabt, daß nicht nur die Körner schwerer und dadurch zur Verbreitung unfähig wurden, sondern daß auch bei fast all unseren Getreidearten heutzutage die Spindel der Aehrchen, Aehren und Rispen zähe ist, nicht von selbst beim Trocknen zerfällt. Nur hier und da, aber selten und natürlich sofort wieder verschwindend, stellen sich Rückschläge ein, treten einzelne Pflanzen mit zerbrechlicher Aehrenspindel auf, und

beim Spelz, sowie bei dem der bekannten Urform noch sehr nahestehenden, aber selten kultivierten Einkorn ist die Aehrenspindel noch zerbrechlich. Eine selbständige Verbreitung und damit die Möglichkeit, sich außerhalb der Kultur zu erhalten, ist aber auch für diese Getreidearten durch die Schwere des Korns ausgeschlossen. Ebenso sind die anderen Verbreitungseinrichtungen, welche die Urformen des Getreides sicher hatten, allmählich durch die Züchtung ausgemerzt. Die Verwandten des Reis haben Hafthaken an den Spelzen, der Reis nicht

Fig. 6. Körner von Haferarten, das Rudimentärwerden der Verbreitungseinrichtungen zeigend: a. Avena sterilis L., ein südeuropäisches Ackerunkraut, mit geknieter Granne, deren unterer Teil gedreht ist und beim Feuchtwerden sich aufrollt, beim Austrocknen wieder einrollt, so daß die Früchte selbst durch dieses Spiel der Granne, deren Spitze an Unebenheiten des Bodens sich feststemmt, fortbewegt werden. b und c. Avena sativa L. Bei b ist die Granne noch vorhanden, aber nicht mehr gedreht, daher zur Verbreitung nicht mehr tauglich; c ohne Granne.

mehr. Die Grannen unserer Getreidearten erinnern nur noch an die homologen Organe ihrer Vorfahren, die

der Verbreitung dienten, sie selbst sind, auch wo sie noch auftreten, dazu untauglich (rudimentäre Organe). Vgl. Fig. 6. Endlich ist es der Züchtung überall gelungen, die feste Umhüllung der reifen Früchte durch die Spelzen, die bei allen wilden Gräsern Regel ist, auszumerzen, wo sie für den Gebrauch als menschliche Nahrung unbequem war. Nur bei Gerste und Hafer ist diese Umhüllung bei den meist gebauten Sorten noch eine vollständige; doch giebt es auch von diesen Getreidearten Sorten mit nackten Früchten. Bei den Getreidearten der Gattung Triticum läßt sich von den bespelzten, den Urformen nach näher stehenden Tr. spelta und dicoccum eine Reihe bis zu den unbespelzten, beim Dreschen frei ausfallenden Weizen und Roggen aufstellen. Ein sehr unvorteilhaftes Extrem in dieser Richtung ist unbeabsichtigt erreicht in gewissen Roggenzüchtungen der Propstei (Holstein), wo man die von selbst ausfallenden Körner als die größten und schwersten ausschließlich zur Weiterzucht benutzt hat und dadurch Sorten erzielte, die sich durch massenhaften Ausfall der Körner bei der Reife unliebsam auszeichneten.

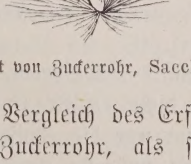

Fig. 7. Bespelzte Frucht von Zuckerrohr, Saccharum officinarum L.

Interessant ist der Vergleich des Erfolges der Züchtung bei Getreide und Zuckerrohr, als seit uralten Zeiten kultivierten Vertretern derselben Familie: Dort Züchtung auf Frucht und infolge davon, zum Teil unbeab-

sichtigt, Verlust der Verbreitungsorgane, hier Züchtung auf kräftige Halme und infolge davon, unbeabsichtigt, Schwächung der Blüten- und Fruchtbildung, während die Verbreitungsorgane der Früchte (Haarkranz am Grunde des Aehrchens) sich erhalten haben (Fig. 7).

Die Frucht der Getreidearten wie aller Gräser ist eine Caryopse, eine nicht aufspringende Schließfrucht, deren Wand dem einen Samen fest anliegt. Bei einzelnen Getreidearten (Reis, Spelz, Gerste, Hafer) ist, wie schon oben erwähnt, die reife Frucht noch von den trockenen Spelzen mehr oder weniger fest umhüllt. Der Samen (Fig. 8) enthält unter der dünnen Samen-

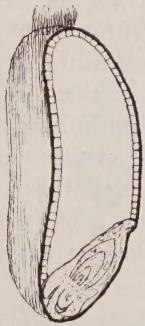

Fig. 8. Längsschnitt durch ein Weizenkorn. Unten rechts der Keimling.

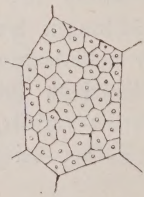

Fig. 9. Eine Zelle aus dem Endosperm des Mais, mit Stärke dicht erfüllt.

schale ein umfangreiches Endosperm, dessen innere Zellen mit Stärkekörnern dicht erfüllt sind (Fig. 9), so daß für das Protoplasma nur die Zwischenräume und Lücken bleiben, während die äußerste Zellenschicht keine Stärkekörner, sondern ausschließlich Eiweiß enthält (Aleuron-

schicht). Dem Endosperm liegt am unteren Ende des Samens der kleine Embryo an, bestehend aus einem bereits mehr oder minder verzweigten Würzelchen und der von einigen Blättchen umhüllten Stengelknospe. An das Endosperm grenzt noch ein besonderes Organ des Embryo, das Schildchen (Scutellum), mit Hilfe dessen der Embryo bei der Keimung das Endosperm aussaugt. Die Stärke desselben wird dabei durch das teils im Endosperm selbst entstehende, teils vom Scutellum ausgeschiedene Enzym Diastase in Zucker verwandelt und in diesem flüssigen Zustande aufgesogen. Der Embryo selbst enthält keine Stärke, sondern wie die Aleuronschicht nur Eiweiß und Fett. Die ganzen Körner enthalten 7,8 (Reis) bis 13,2 (Weizen) % Eiweißstoffe und 74,5 (Reis) bis 56,6 (Hafer) % Stärke neben wenig (12—14 %) Wasser.

Die wesentlichsten Verwertungsarten der Getreidearten sind, abgesehen von der direkten Verfütterung an Haustiere, die Stärkefabrikation, die Mehl- und Brotbereitung, die Malzbereitung und die Bereitung alkoholischer Getränke (Bier und Branntwein).

Die Stärkefabrikation: Die Stärkekörner sind, wie bereits erwähnt, in den Zellen des Endosperms der Getreidearten enthalten, und es handelt sich bei der Stärkefabrikation also nur darum, die Zellen zu öffnen, damit mit dem Inhalt die Stärkekörner herausfallen, und die gewonnene Rohstärke von Verunreinigungen (Stücke der zerrissenen Zellhäute, Protoplasma) zu befreien. Das Oeffnen der Zellen geschieht meist mechanisch durch Zerreiben und Mahlen der Körner, eine Gewinnungsart, auf die wir bei der Besprechung der

ganz gleichartigen Kartoffelstärkefabrikation zurückkommen werden. Seltener überläßt man die mit Wasser übergossenen Getreide- (Weizen-) Massen einer leider noch nicht näher studierten Gärung, in welcher gewisse Bakterien die Zellhäute sowie das Protoplasma lösen und nur die Stärkekörner intakt lassen. Derartige Bakterien sind auch die Ursache der allbekannten Fäulnis der Kartoffeln, bei der die Stärkekörner ebenfalls nicht angegriffen werden. Bei dieser Gärung entstehen organische Säuren und Gase. Wird eine neue Getreidemasse zur Gärung angesetzt, so leitet man die letztere gemeiniglich ein durch Zusatz von Sauerwasser einer früheren Gärung.

Mehl- und Brotbereitung. Zur Brotbereitung dienen unter unseren klimatischen Verhältnissen wesentlich Roggen und Weizen. Aus Reis läßt sich wegen des geringen Proteingehaltes Brot überhaupt nicht bereiten, während gerade der Reis die wichtigste Getreideart ist, insofern er dem weitaus größten Teil der Menschen als wesentlichstes Nahrungsmittel dient. Er wird deshalb von den Spelzen befreit, dann geschält, d. h. es wird die Samenschale samt der Aleuronschicht und dem Embryo, technisch alle drei zusammen als Kleie bezeichnet, entfernt, und dann wird er direkt oder nach vorherigem Mahlen in verschiedenster Weise zubereitet.

Mit seltenen Ausnahmefällen dient zur Brotbereitung nur das Endosperm der Getreidekörner. Beim Mahlprozeß, der die Körner zerkleinert, werden die Frucht- und Samenschalen samt der darunter liegenden Aleuronschicht als Kleie und die Embryonen als Spitzkleie mittels Sieben entfernt, so daß nur das mehr oder

weniger fein zerkleinerte stärkereiche Endosperm im Feinmehl übrig bleibt. Nur im Kleienbrot wird die Kleie belassen und macht dasselbe schwer verdaulich. Das Mehl wird mit Wasser zu einem Teig angerührt, dem entweder Hefe oder Sauerteig zugesetzt werden, damit der Teig eine gewisse Gärung durchmacht, die ihn und damit auch das Brot locker und schmackhafter macht. Im Falle des Hefezusatzes vergärt die Hefe die im Mehl vorhandenen Spuren von Zucker, sowie diejenigen Mengen, welche im Teig vom Ansetzen an bis zum Einschieben in den Backofen aus dem Stärkemehl durch die aus dem Getreidesamen stammenden, Stärke verzuckernden Enzyme (Diastase, Cerealin) entstehen. Die Wirkung des Sauerteigs, der aus den Resten eines früher angesetzten Teiges besteht, ist noch nicht so klar. Es kommen in ihm aber nach den Untersuchungen von Peters Hefen vor, welche ähnlich wirken, wie die sonst verwendete Preßhefe; daneben finden sich im Sauerteig auch Bakterien, welche Stärke verzuckern, sowie solche, welche aus Zucker Milchsäure und Essigsäure bilden, Stoffwechselprodukte, welche auf den Geschmack des Brotes nicht ohne Einfluß bleiben können. Nach neueren Untersuchungen von Wolffin und Lehmann aber giebt es auch Sauerteigpräparate, welche keine oder nur sparsam Hefe enthalten, dagegen einen Bacillus, der Zucker unter starker Gasentwickelung zu Milchsäure vergärt. In jedem Fall setzt also im Brotteig nach dem Zusatz von Gärungserregern, sei dieser nun in Form von Preßhefe oder von Sauerteig gegeben, eine heftige Gärung ein, bei der große Mengen von Gas (Kohlensäure) entwickelt werden: Infolge davon geht der Teig

auf, bläht sich, und das Brot wird locker. Auch andere Stoffwechselprodukte der Gärungserreger, der von der Hefe gebildete Alkohol sowie die von den Milchsäurebakterien gebildete Milchsäure, wurden im Brot gefunden. Vereinzelt sucht man die Lockerung des Brotes auch durch Zusatz sog. Backpulvers, einer bei Wasserzutritt Kohlensäure entwickelnden Mischung von Natriumbicarbonat mit einer organischen Säure, zu erreichen.

Nach genügendem Aufgehen des Teiges wird derselbe im Backofen erhitzt, wobei die im Teig vorhandenen, fein verteilten Kohlensäurebläschen sich ausdehnen und den Lockerungsprozeß bewirken.

Die Malzfabrikation hat wesentlich nur als Vorbereitung für die Brauerei und Brennerei Bedeutung und beruht auf der schon kurz erwähnten Thatsache, daß bei der Keimung der Getreidekörner im wachsenden Embryo sowie im Endosperm stärkeverzuckernde (diastatische) Enzyme in größerer Menge gebildet werden, in erster Linie Maltase, welche aus der Stärke unter Vermittelung verschiedener dextrinartiger Zwischenprodukte schließlich Maltose bildet, aber auch Glukase, welche auch die Maltose noch in die einfachste Zuckerart, d-Glukose, spaltet. Die Bedeutung dieser Enzyme für die Gärungsindustrie erhellt einfach daraus, daß Stärke an sich von Hefe nicht vergoren wird, wohl aber die genannten beiden Zuckerarten, Maltose sowie d-Glukose. Um also aus stärkehaltigen Pflanzenteilen Alkohol zu gewinnen, ist es nötig, die Stärke vorher zu verzuckern, und das geschieht eben mit Hilfe der im Malz enthaltenen Enzyme.

Unter Malz versteht man die gekeimten Getreide-

körner. An sich kann jede Getreideart Malz liefern, in der Praxis aber benutzt man wegen seiner Wirksamkeit hauptsächlich Gerstenmalz. Gewonnen wird dasselbe, indem man die Gerstenkörner zunächst wäscht, dann in Wasser einquellt und darauf in niedrigen Haufen, die häufig umgeschaufelt werden, oder in rotierenden Trommeln bei 15° C. keimen läßt, bis die Keimlinge das gewünschte Entwickelungsstadium erreicht haben. Dasselbe wird beurteilt nach der Länge, die die Wurzeln haben. Je nachdem man die Wurzeln länger werden läßt oder nicht, unterscheidet der Mälzer langes oder kurzes Malz. Die gekeimten Körner werden in entsprechenden Darren bei nicht zu hoher Temperatur getrocknet, damit das Malz seine Wirksamkeit möglichst behält, die wie bei allen in wässeriger Lösung befindlichen Enzymen durch höhere Temperaturen (80° C.) vernichtet wird. Nach dem Darren wird das Malz sofort, solange es noch hart und spröde ist, geputzt, d. h. von den Wurzeln befreit.

Brauerei. Zur Bierbereitung dient bei uns wesentlich die Gerste, und zwar als Gerstenmalz, das zerkleinert und mit nicht zu heißem Wasser — um die stärkeverzuckernden Enzyme nicht zu zerstören — vermischt, gemaischt wird. Die Temperatur des Wassers darf jedenfalls 75° C. nicht übersteigen, wird vielmehr zunächst niedriger (60° und weniger) gehalten. Während des Maischprozesses werden nicht nur die wasserlöslichen Bestandteile des Malzes ausgezogen, sondern wird auch die Stärke desselben von den stärkelösenden Enzymen gelöst, teils verzuckert, teils in lösliche Zwischenprodukte (Dextrin) übergeführt. Die so erhaltene, von den un-

löslichen Bestandteilen des Malzes, den Biertrebern, durch Siebe befreite Würze wird jetzt mit Hopfen versetzt und gekocht, um die weitere Wirkung der Diastase zu sistieren. Diese wird ja durch das Kochen vernichtet. Ferner wird dabei zugleich die Würze konzentrierter, und endlich scheidet sich bei der Siedehitze ein Teil des Eiweißes unlöslich aus, was zur Haltbarkeit des Bieres wesentlich beiträgt. Nach dem Sud wird die heiße Würze wieder filtriert und dann schnell abgekühlt, je nachdem man obergäriges oder untergäriges Bier bereiten will, auf 12—20 oder auf 5—6° C. Sobald die hinreichend gekühlte Würze im Gärbottich ist, setzt man Hefe, Unter- oder Oberhefe, zu, um die Gärung einzuleiten. Die vergorene Würze ist das Bier. — Man beschränkt sich indessen vielfach nicht auf die Verwendung reinen Malzes, sondern verwendet neben Malz noch stärkehaltige Rohfrüchte, besonders Mais und Reis, im feingemahlenen Zustande als Surrogate. Die Diastase des Malzes verzuckert dann außer der im Malz selbst vorhandenen Stärke auch die der Rohfrüchte, von denen man jedoch nicht zu viel, keinenfalls über 30% des Malzgewichtes nehmen darf, damit die Verzuckerung nicht unvollständig bleibe.

Aus dem Malz von Andropogon Sorghum bereiten die Neger in ähnlicher Weise, wie wir aus Gerste, ein Bier, Pombe genannt. Die Hirsekörner werden, um die Keimung herbeizuführen, in die Erde eingegraben, nachher werden sie wieder ausgegraben und Würze aus ihnen gekocht.

Die Getreidebrennerei, die Gewinnung von Alkohol aus dem Stärkemehl der Getreidefrüchte, beruht eben-

falls auf der Verzuckerung der Stärke durch die Diastasen des Malzes, worauf die Maische durch Hefe vergoren, und endlich der gebildete Alkohol abdestilliert wird.

Eigenartig ist die Bereitung einiger anderer alkoholischer Getränke aus Getreidearten in den Tropen sowie in Japan, weil man sich dabei des Malzes nicht bedient. Dahin gehören die Bereitung des Saké in Japan, des Arrak in Indien und China, und der Chicha in Südamerika.

1. Die Sakébrauerei. Das Rohmaterial derselben ist Reis. Zur Verzuckerung der Reisstärke bedient man sich aber nicht der Malzdiastase, sondern eines Pilzes, des Aspergillus oryzae (Ahlburg) F. Cohn, der ebenfalls beim Wachstum auf stärkehaltigen Materialien ein außerordentlich kräftig wirkendes diastatisches Enzym bildet. Man sät die Pilzsporen, in Gestalt eines gelben bis gelbgrünen Pulvers, herrührend von einer früheren Bereitung, auf gedämpften Reis aus, den man dann bei 20—25° vollständig vom Pilz durchwachsen läßt. Den vollständig vom Pilz umwachsenen und durchsponnenen Reis dieser ersten Phase der Bereitung nennt man Koji. Weiter mischt man denselben mit gedämpftem Reis und Wasser zu einem dicken Brei, den man zunächst bei niederer Temperatur hält. Bei dieser beginnt die Verzuckerung der Reisstärke durch die aus den Pilzfäden austretenden Enzyme, und sobald erst Zucker gebildet ist, setzt auch die alkoholische Gärung ein, hervorgerufen durch eine schon im ersten Aussaatmaterial (Tane Koji) enthaltene Hefe, die außerordentlich gärkräftig ist. Man läßt nun die Temperatur höher steigen, während Verzuckerung und Gärung gleichzeitig weiter

vor sich gehen. Nach Beendigung der Gärung ist der „Moto" fertig, der nun endlich zur Sakébereitung dienen kann. Auch er wird unter Zusatz von Koji wieder mit gedämpftem Reis und Wasser zu einem Brei verrührt, und die Masse bei gewöhnlicher Temperatur sich selbst überlassen. Wie bei der Motobereitung gehen auch hier Verzuckerung und Gärung gleichzeitig vor sich. Ist die letztere zu Ende, wobei ein Alkoholgehalt bis zu 15 % erreicht wird, so ist der Saké, der heiß getrunken wird, fertig.

2. Auch bei der Arrakfabrikation, auf Java wenigstens, wird die Verzuckerung von einem Pilz, dem zu den Mucorineen gehörigen Chlamydomucor oryzae Went et Prinsen Geerligs, besorgt. Das Rohmaterial ist auch hier wieder wesentlich Reis, der gedämpft, und dem zur Verzuckerung und Vergärung der überall auf Java käufliche „Ragi" zugesetzt wird. Der wesentliche Bestandteil des letzteren ist Reismehl, aus dem unter Zusatz von gehacktem Zuckerrohr u. s. f. Kugeln geformt und zwischen Reisstroh gelegt werden. Auf letzteren findet sich der genannte verzuckernde Pilz und zugleich verschiedene Hefen und gelangen vom Stroh in die Ragi-Kugeln. Der gedämpfte Reis wird zur Arrakfabrikation mit zerkleinertem Ragi überstreut, worauf zunächst der Chlamydomucor das Ganze durchwächst, und, sobald er einen Teil der Stärke verzuckert hat, auch die Hefen des Ragi ihre Gärthätigkeit beginnen. Nach Beendigung der Gärung wird der Arrak abdestilliert.

3. Nur kurz erwähnen wir der Chicha-Bereitung aus den Früchten des Mais bei den Eingeborenen Südamerikas. Hier bedient man sich zur Verzuckerung der

Stärke einfach des diastatischen Enzymes, das im menschlichen Speichel enthalten ist. Die Maiskörner werden zunächst gekaut, und dann der ausgespieene Brei der sich einstellenden Verzuckerung und Vergärung überlassen, eine mehr primitive als appetitliche Art, die Verzuckerung der Stärke einzuleiten.

II. Stärkehaltige Knollen und Wurzeln.

Die Kartoffel (Solanum tuberosum L.) ist die für uns bei weitem wichtigste Knollenfrucht, fast ebenso wichtig wie die Getreidearten. Sie gehört in die Familie der Solanaceen. Ihr äußeres Aussehen ist allgemein bekannt. Der krautige Stengel trägt unpaarig gefiederte Blätter, deren Blättchen ungleich groß sind, indem größere und kleinere abwechseln, und an der Spitze in ziemlich armblütigen Wickeln die weiß oder violett bis blaurot gefärbten Blüten. Die Frucht, die nicht alljährlich und bei vielen Sorten besonders selten er-

Fig. 10. Aeltere Keimpflanze der Kartoffel, Solanum tuberosum L., mit zahlreichen Stolonen, die an der Spitze knollig anschwellen.

scheint, ist eine vielsamige Beere. Der nutzbare Teil der Pflanze sind die Knollen, auf die bei der Züchtung

natürlich alle Sorgfalt verwendet wurde und wird, so daß, ähnlich wie beim Zuckerrohr, durch stetige Auswahl der wuchskräftigsten und knollenreichsten Sorten schließlich die Fähigkeit der Fruchtbildung, die sexuelle Sphäre, gelitten hat. Die Knollen entstehen durch Anschwellung der Enden von langen, mit zarten, farblosen Niederblättern besetzten unterirdischen Ausläufern, die aus den Achseln der untersten Blätter des Stengels entspringen (Fig. 10). Sie sind also Stengelorgane, und bei genauem Betrachten findet man auch hinter jedem sog. Auge der Kartoffelknolle die Narbe eines Niederblattes, des Tragblattes des Auges.

Die Heimat der Kartoffel ist sicher Südamerika. Doch ist sie im wilden Zustande nicht mehr bekannt, obwohl in den südamerikanischen Anden allerdings noch einige Knollen tragende Arten der Gattung Solanum gefunden sind. Nach Europa kam die Kartoffel um 1560, wo sie in Spanien aus Peru eingeführt wurde. Sie wurde zunächst als Zierpflanze gebaut. Ihre Verwendung als Nahrungsmittel und damit ihr Anbau wurde erst im Laufe des vorigen Jahrhunderts infolge verschiedener Mißernten mit anschließenden Notjahren allgemeiner, meist unter dem Druck der Regierungen. Heute ist die Kartoffel in äußerst zahlreichen Sorten ein fast unentbehrliches Nahrungsmittel.

Solange das Kraut der Kartoffeln grün und gesund bleibt, so lange wird auch noch Zucker in den Blättern erzeugt, wandert in die Knollen hinein und geht hier in Stärke über; ebensolange nimmt also auch der Stärkegehalt der Knollen zu. Derselbe schwankt, je nach Reifegrad, Sorte und Boden sowie den während der

Vegetationsperiode herrschenden Witterungsverhältnissen, zwischen 10 und 25 und sogar mehr Prozent, der Wassergehalt variiert dementsprechend von über 80 zu 70 Prozent. Bekleidet ist die weiße, rote oder violette Kartoffelknolle mit einer dünnen Korkhaut, unter der zunächst, ähnlich wie unter der Samenschale der Getreidekörner, eine eiweißreiche und stärkearme Zellschicht folgt.

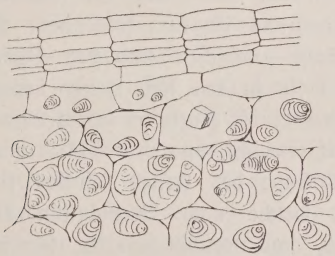

Fig. 11. Schnitt durch die äußere Partie einer Kartoffelknolle. Unter dem Kork stärkearme Zellen, zum Teil mit Eiweißkristallen, tiefer innen stärkereiche Zellen.

Erst dann folgt stärkereiches Gewebe (Fig. 11). Die Form der Stärkekörner ersieht man aus der Abbildung (Fig. 3 und 11), welche zeigt, daß dieselben excentrisch gebaut sind, und daß der Kern des Kornes von zahlreichen Schichten von Stärkesubstanz umgeben ist.

Die technische Gewinnung der Stärke, wozu sich natürlich nur möglichst stärkereiche Sorten eignen, geschieht ähnlich wie die der Getreidestärke. Die Zellen der Kartoffeln werden durch Zerreiben geöffnet, der feine Brei wird in Wasser verteilt, worauf sich die schweren Stärkekörner zuerst zu Boden setzen. Nach dem Absetzen der Stärke hat man also im Bodensatz der Behälter

reine Stärke; nach oben hin wird dieselbe mehr und mehr durch Zellwandreste und dergl. verunreinigt. Diese graue Stärke wird durch nochmaliges Aufschwemmen und Absitzenlassen weiter gereinigt.

Von größter wirtschaftlicher Bedeutung ist die Verwendung der Kartoffeln in der Brennerei zur Spiritusgewinnung. Auch hier sind natürlich stärkereiche Sorten am vorteilhaftesten. Der Gang der Fabrikation in einer modernen Brennerei ist kurz folgender: Die Kartoffeln werden zunächst gewaschen und von Steinen gereinigt. Dann werden sie in den sog. Henze übergeführt, einen Kessel, in welchem die Kartoffel durch überhitzten Dampf in kurzer Zeit erweicht, und ihre Stärke verkleistert wird. Am unteren Ende des Henze befindet sich eine Ausblaseöffnung, welche nach Beendigung des Dämpfens geöffnet wird, und welche derartig konstruiert ist, daß die Kartoffelmasse beim Austritt, der unter dem Druck des gespannten Dampfes erfolgt (daher als Ausblasen bezeichnet), in einen feinen Brei verteilt wird. Dieser wird nach Abkühlung auf 50—60° C. mit Malz versetzt, damit der Kartoffelstärkekleister unter der Einwirkung der Enzyme des Malzes verzuckert werde. Nachdem dieser Prozeß beendet ist, läßt man die Maische, die Lösung mit den in ihr schwimmenden unlöslichen Teilen der Kartoffeln und des Malzes, zunächst meist eine Milchsäuregärung durchmachen, die man neuerdings durch Zusatz rein gezüchteter Milchsäurebakterien in Gang zu bringen sucht, früher aber dem Zufall überließ. Die Milchsäure ist ein Gift für schädliche Bakterien (Buttersäure-Bakterien), deren Keime am Malz wie an den Kartoffeln in Menge ansitzen und gegen feuchte

Hitze zum Teil sehr widerstandsfähig sind. Würde eine Buttersäuregärung in der Maische einsetzen, so würde die entstehende Buttersäure sehr giftig auf die später zuzusetzende Hefe wirken, während die Milchsäure das nicht thut. Neuerdings hat man auch einen einfachen Zusatz von technischer Milchsäure zur Maische empfohlen, während man früher die Entwickelung der wärmeliebenden Milchsäure-Bildner durch Einhalten einer höheren (zwischen 40 und 50° C. liegenden), den Buttersäure-Bildnern weniger zusagenden Temperatur zu begünstigen und zu sichern suchte. Erst nach Erreichung eines gewissen Säuregrades wird die Alkoholhefe zugesetzt, welche jetzt den in der Maische vorhandenen Zucker in Alkohol und Kohlensäure spaltet. Auch durch Zusatz von specifischen Bakteriengiften, die für die Hefe relativ unschädlich sind, oder an die man die Hefe gewöhnen kann, hat man dasselbe und zum Teil ein noch besseres Resultat erzielt, wie durch die Milchsäuregärung. Am meisten hat sich unter denselben das Fluorkalium bewährt. Nach vollendeter Gärung wird der Alkohol abdestilliert und in verschiedener Weise gereinigt.

Andere Kulturpflanzen mit stärkehaltigen Knollen gehören ausschließlich den Tropen an.

Die Batate (Ipomoea Batatas Lam.), welche in ihren knollenförmigen Wurzelanschwellungen reiche Stärkeablagerungen besitzt und, ursprünglich wahrscheinlich in Brasilien einheimisch, heute in allen Tropenländern kultiviert wird, gehört zu den Convolvulaceen und ist ein windendes Kraut mit großen, an der Basis herzförmigen, mehr oder weniger gelappten Blättern und blattwinkelständigen, trichterförmigen Blüten. Es existieren

wie von der Kartoffel zahlreiche Varietäten, die durch Auspflanzen der langgestreckten Wurzelknollen vermehrt werden. Sie werden zum Genuß ähnlich wie unsere Kartoffeln zubereitet, sagen aber wegen ihres hohen Zuckergehaltes zunächst weniger zu. Ihre erste Einführung in England durch Drake (1586) hat zu dem Märchen von der Einführung der Kartoffel durch diesen sowie zu dem englischen Namen der Kartoffel (potato) Veranlassung gegeben.

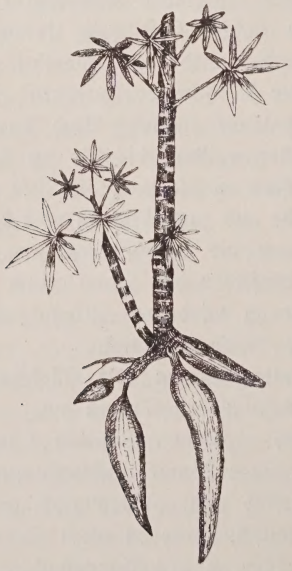

Fig. 12. Maniok, Manihot utilissima Pohl.

Eine noch größere Bedeutung für die Ernährung in den Tropenländern hat der ebenfalls im tropischen

Amerika einheimische Maniok oder Cassave, Manihot utilissima Pohl., eine strauchige, mehr als mannshohe Euphorbiacee mit großen handförmig gelappten oder geteilten Blättern und fleischigen, langen Wurzeln, welche viel Stärke enthalten (Fig. 12). Allerdings führen die Knollen daneben einen giftigen Milchsaft (unter anderem Blausäure, verlieren aber beim Kochen, Dörren und Rösten ihre Giftigkeit. Vermehrt wird die Maniokpflanze durch Stecklinge. Die aus den Wurzeln gewonnene Stärke wird teils direkt als Cassave in verschiedenster Zubereitung als Nahrungsmittel verwendet, teils im feuchten Zustande durch Erhitzen oberflächlich verkleistert und so als Tapioca auch in den europäischen Handel gebracht.

Auch einige windende Dioscorea-Arten der Tropen bieten in ihren fleischigen, oft schuppig beblätterten Knollen ein wertvolles stärkereiches Nahrungsmittel. Besonders wichtig unter den Yams ist Dioscorea sativa L., die jetzt in allen Tropenländern verbreitet ist.

III. Stärkehaltige oberirdische Stämme.

Allerdings werden in fast allen Holzgewächsen die stickstofffreien Reservestoffe als Stärke gespeichert. Ihre Gewinnung würde aber meist unmöglich sein und ist auf die im großzelligen und dünnwandigen Mark einiger monokotyler Holzpflanzen, Palmen, gespeicherte Stärkemenge beschränkt. Die aus diesen gewonnene, mehrfach gereinigte und geröstete Stärke wird im Handel ursprünglich als Sago bezeichnet, wenn man heutzutage allerdings auch andere Stärkearten in die Form des

Sago zu bringen versteht und als solchen bezeichnet (Kartoffelsago).

Es sind mehrere Palmenarten, welche Sago liefern können und auf Stärke verarbeitet werden. Darunter ist die wichtigste Art die eigentliche Sagopalme, Metroxylon Rumphii Mart., ein niedriger, bis höchstens 10 m hoher Baum mit außerordentlich großen und langen Fiederblättern, der im Malayischen Archipel und

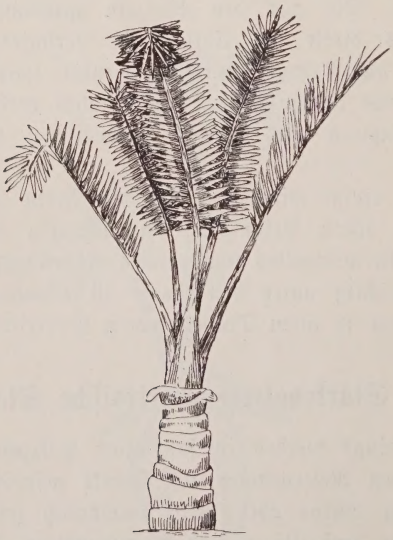

Fig. 13. Sagopalme, Metroxylon Rumphii Mart.

in Polynesien sehr verbreitet ist (Fig. 13). Er liebt sumpfiges Gelände, wo er Bestände bildet. Eine eigentliche Kultur findet kaum statt. Der $1\frac{1}{2}$—3 m Umfang erreichende, in der Jugend bedornte, später dornen-

lose Baum besitzt gefiederte Blätter und treibt im Alter von 10—15 Jahren aus seiner Spitze einen reich verzweigten Blütenkolben mit männlichen und weiblichen Blüten. Die Frucht ist eine mit äußerem Schuppenpanzer versehene Beere mit trockenem Fruchtfleisch. Da die Inflorescenz an der Spitze des Stammes entsteht, der Vegetationspunkt also bei der Blütenentwickelung verschwindet, so stirbt nach einmaliger Fruchtbildung der Hauptstamm vollständig ab, und die Pflanze wird durch die bereits vorher entsendeten Ausläufer erhalten und vermehrt.

Der Sitz der Sagostärke ist das nur von einem relativ dünnen, festen, die Gefäßbündel enthaltenden peripherischen „Holz"-Mantel umgebene, außerordentlich entwickelte Mark.

Wo man Sago gewinnen will, läßt man es nicht bis zur Blüte kommen. Denn ebenso, wie es Hartig für unsere Waldbäume gezeigt hat, verbraucht auch die Sagopalme die vorher gespeicherte Stärke bei der Blüten- und Fruchtbildung, so daß nach der letzteren der Stamm stärkefrei und infolge des Absterbens und Collabierens der zartwandigen entleerten Markzellen sogar hohl sein würde. Man verarbeitet also die Stämme auf Sago kurz vor Eintritt der Blütezeit und prüft vorher den Stärkegehalt des Markes durch Entnahme einer Probe, indem man ein Loch in den Stamm bohrt. Erweist sich die Ausbeute als lohnend, so wird der Stamm gefällt und gespalten, das Mark herausgenommen, und nun durch Sieben und Schlämmen das Stärkemehl möglichst von den Zellwänden getrennt. Im Princip ist also die Gewinnung dieselbe wie bei Kartoffel und Getreide. Zur

Sagobereitung wird dann die erhaltene Stärke in eisernen Pfannen noch erhitzt und so teilweise verkleistert. Ein 15jähriger Baum soll 200—400 kg Sago liefern können.

Auch andere Arten der Gattung Metroxylon, z. B. M. laeve Mart., liefern Sago, und auch auf Deutsch-Neuguinea kommen Sagopalmen vor, die freilich noch nicht näher bekannt sind, und deren Produkt im Welthandel nicht erscheint, ebensowenig wie der Sago anderer hapaxanthischer Palmen, deren Endknospe in der Blütenbildung aufgeht, und die daher nur einmal zur Blüte kommen und nach der Fruchtreife absterben. So ist auch der Sago der schönen, auf dem indomalayischen Archipel verbreiteten Fächerpalme Corypha umbraculifera L., der Gebang, die in ihrem 40.—50. Lebensjahre zur Bildung des Blütenstandes schreitet, im Welthandel unbekannt, wird aber in der Heimat gewonnen und verwendet.

Zweites Kapitel.

Obstgewächse.

In nahen Beziehungen zu den Nahrungspflanzen stehen die Obstpflanzen. Sie bieten in ihren Früchten wertvolle Gaben, welche in der Mitte stehen zwischen Nahrungs- und Genußmitteln. Nur in wenigen Fällen sind die Samen die eigentlich nutzbaren Teile wie die ölreichen Kerne der Haselnuß sowie der Steinfrucht des Walnußbaumes, dessen grünes Fleisch nur im eingemachten Zustande durch Zuckerzusatz genießbar ist. In

allen anderen Fällen ist es das wasserreiche, zuckerhaltige Fleisch saftiger Früchte, welches die Genießbarkeit und den Wohlgeschmack bedingt. Der morphologische Wert dieses genießbaren Fleisches ist bei verschiedenen Obstsorten sehr verschieden. Wir unterscheiden verschiedene saftig-fleischige Fruchtarten:

I. Echte Früchte, die allein aus dem Fruchtknoten entstehen, und zwar

a) Beeren; die ganze Fruchtknotenwand wird fleischig und schließt als saftige Hülle die hartschaligen Samen ein, z. B. Weinstock, Arten der Gattung Ribes (Stachel- und Johannisbeere), Citrone, Banane u. s. w.

b) Steinfrüchte; eine innere Lage der Fruchtknotenwand bildet sich zu einem steinharten Endokarp, dem sog. Stein, aus, der den dünnschaligen Samen umschließt; die mittleren Schichten der Fruchtknotenwand dagegen werden zum fleischigen und genießbaren Mesokarp. So beim Steinobst (Kirschen, Pflaumen, Pfirsiche, Aprikosen), ferner bei Him- und Brombeeren, bei denen zahlreiche Steinfrüchtchen auf einem gemeinsamen Blütenboden sitzen.

II. Scheinfrüchte. An der Bildung des die Samen einschließenden Organes beteiligen sich außer der Fruchtknotenwand noch andere Blütenteile. Dahin gehören:

a) Die beerenartige Apfelfrucht (Apfel und Birne), bei der die Wand des krugförmig eingesenkten Blütenbodens, dem der Fruchtknoten angewachsen ist, sich an der Fruchtbildung beteiligt und fleischig wird, während nur der mittlere Teil der

Apfelfrucht, die Samen mit der die Samen umgebenden Pergamenthaut, dem eigentlichen Fruchtknoten entspricht.

b) Die Erdbeere, bei der der Blütenboden selbst fleischig wird und die nußartigen kleinen Früchte auf seiner Oberfläche trägt.

c) Die Feige, bei der die Blüten der Wand einer Aushöhlung der Blütenachse aufsitzen und sich später zu harten Nüßchen entwickeln, während die Achse selbst fleischig wird. Die Feige ist also ein fleischig gewordener Blütenstand.

Wie verschiedenartig aber der morphologische Wert des süßen Fruchtfleisches auch sein mag, so haben wir doch in allen Fällen sowohl den Reichtum desselben an Zucker wie die oft höchst auffällige Farbenpracht der fleischigen Früchte aufzufassen als Anpassungen, welche die Verbreitung der Samen durch Tiere zum Zweck haben. Insbesondere die Vögel (Drosseln) werden durch die Farben unserer Waldbeeren angelockt und geben in ihren Exkrementen die harten Samen und Steinkerne in keimfähigem Zustande wieder von sich.

Die Zuckerarten, welche im Obst vorkommen, sind in erster Linie die früher als Dextrose und Lävulose bezeichneten d-Glukose und d-Fruktose, deren Gemenge, wie es in süßen Früchten meist vorliegt, als Invertzucker bezeichnet wird. In vielen Früchten sind außerdem größere oder geringere Mengen von Rohrzucker enthalten, dessen Spaltungsprodukte, wie bereits erwähnt, die genannten beiden Zuckerarten sind, und der auch mit fortschreitender Reife mehr und mehr in die beiden zerfällt und verschwindet.

Die Rebe, Vitis vinifera L.,

ist die bei weitem wichtigste Obstart.

Die Kulturrebe ist ein kletternder Strauch, der, sich selbst überlassen, die Höhe der höchsten Bäume erreichen würde. Die Blätter sind zweizeilig gestellt, abwechselnd, langgestielt, drei- bis fünflappig, grob gezähnt. Zunächst entstehen Langtriebe, Lotten, später in den Blattachseln dieser Kurztriebe, Geizen, die im Herbst wieder absterben. Den Blättern, mit Ausnahme jedes dritten Blattes, gegenüber entspringen an den Zweigen verzweigte Ranken, als extraxillare (nicht in Blattwinkeln entspringende) Zweige, mit Hilfe deren die Rebe im Gebüsch, an Spalieren und dergl. emporrankt. Statt der Ranken finden sich an den unteren Knoten der Jahrestriebe die rispigen aufrechten Blütenstände, Gescheine. Die Einzelblüten sind fünfzählig und unscheinbar. Die fünfblätterige grüne Blütenhülle wird beim Aufblühen als Mütze abgeworfen, an der Basis abgerissen, während die Spitzen der fünf Blätter mützenförmig zusammenhängen. Dadurch werden die fünf Staubblätter und das Pistill frei (vgl. Fig. 14).

Fig. 14. Blüte einer Kulturrebe, links eben in der Oeffnung begriffen, rechts nach Abwerfen des Mützchens offen.

Die Bestäubung geht meist schon unter dem Mützchen vor sich, indem Pollen aus den Antheren auf die von ihnen

überragte Narbe fällt; diese regelmäßig auftretende Selbstbestäubung unserer Kulturreben ist von vollem Erfolg. Die geöffneten Blüten hauchen einen herrlichen Duft aus. Aus dem meist zweifächerigen Fruchtknoten, der in jedem Fach zwei Samenknospen enthält, entwickelt sich infolge der Bestäubung eine dunkelblaue, rote oder grüne Beere mit höchstens vier, meist aber weniger hartschaligen Samen.

Unsere meisten Kulturreben entsprechen in ihren Blütenverhältnissen bis auf seltene Anomalien der vorstehenden Schilderung. Nur bei einzelnen Sorten, unter den bei uns hin und wieder gepflanzten, z. B. beim weißen Damascener, einer Tafeltraube, sind die Antheren unfruchtbar; im aufgeblühten Zustande stehen sie nicht aufrecht, sondern sind nach abwärts gebogen. Solche Sorten sind also nur scheinbar zwitterig, zweigeschlechtig in jeder Blüte, in Wirklichkeit sind derartige Blüten rein weiblich und bedürfen zum Fruchtansatz der Bestäubung von anderen, mit fruchtbarem Pollen versehenen Sorten.

Unsere Kulturreben sind also meist zwitterig, einzelne von ihnen aber rein weiblich. Bei den genauer untersuchten wilden Arten der Gattung Vitis, speciell bei den amerikanischen Arten, die ja neuerdings wegen ihrer größeren Widerstandsfähigkeit gegen die Reblaus besondere Bedeutung gewonnen haben als Unterlagen, worauf die europäischen wohlschmeckenderen, aber nicht widerstandsfähigen Sorten veredelt werden, tritt zu diesen beiden Reihen von Individuen noch eine dritte von rein männlichen Reben, in deren Blüten der Fruchtknoten rudimentär ist und speciell des Griffels entbehrt, während die Staubgefäße langgestreckt und vollkommen ausgebildet, auch mit keim-

fähigem gutem Pollen versehen sind (Fig. 15). Es giebt also unter den Reben männliche, weibliche und zwitterige

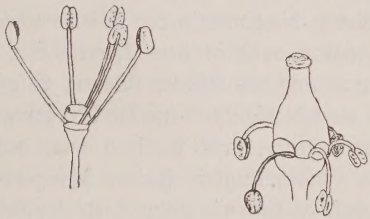

Fig. 16. Die beiden Blütenformen der wilden Reben, links die männliche, rechts die weibliche Blüte.

Individuen. Da die ersteren nie Früchte tragen, so hat der Mensch zur Kultur selbstverständlich nur die fruchttragenden zwitterigen und weiblichen Individuen in Kultur genommen und zwar besonders die zwitterigen bevorzugt, da bei ihnen die Bestäubung und damit auch der Fruchtansatz infolge der Vereinigung der beiden Geschlechter in derselben Blüte weit mehr gesichert ist, als bei den rein weiblichen, die auf die zufällige Uebertragung des Pollens von fernher durch Wind, Insekten u. s. w. angewiesen sind.

Ueber Heimat und Abstammung unserer Kulturreben sind wir, wie bei allen alten Kulturpflanzen, sehr schlecht unterrichtet. Jedenfalls haben sie in der nördlich-gemäßigten Zone der Alten Welt ihre Heimat, wie denn die Verbreitung der Gattung Vitis überhaupt auf diese Zone der Alten sowohl wie der Neuen Welt beschränkt ist. Die Sorten, die wir unter dem Namen Vitis vinifera zusammenfassen, sind übrigens kaum einheitlichen Ursprungs.

In Mittel- und Südeuropa kamen Reben vom Typus

der Vitis vinifera, wie die in Pfahlbauten, Tuffstein u. s. w. gefundenen Reste beweisen, schon in der Diluvialperiode vor. Noch heute treffen wir solche getrenntgeschlechtliche Reben nicht nur in den Wäldern des Kaukasus, der Krim, sondern auch in den Uferwäldern der Donau (Wien, Ungarn) und des Rheins (Baden, Elsaß).

Freilich werden dieselben infolge der geregelten Forstkultur immer seltener, aber sie sind auch heute noch zu finden Ihre Zweihäufigkeit spricht schlagend gegen die Auffassung, daß es sich um verwilderte Kulturreben handele. Entsprechend ihrer Abstammung würden solche bei uns stets zwitterig sein müssen, da wir im freien Rebberg keine weiblichen Sorten bauen. Leider sind die wilden Reben der Flußthäler bisher noch nicht genauer untersucht worden. Es liegen indes Beobachtungen vor, welche es wahrscheinlich machen, daß unter ihnen sehr viele verschiedene Varietäten, Unterarten oder Arten verborgen sind, und es liegt daher die Annahme nahe, daß unsere zahlreichen Kulturrebensorten der an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten erfolgten Inkulturnahme dort wild gefundener Reben des Typus Vitis vinifera ihre Entstehung verdanken. Später tauschten dann die verschiedenen Weinbaugebiete wohl ihre Sorten gegenseitig aus. So ist der jetzt im deutschen Weinbaugebiet viel verbreitete Sylvaner sicher aus Oesterreich importiert, wird deshalb auch lokal Oesterreicher genannt. Selbstverständlich ist nicht zu bezweifeln, daß auch durch spontane Abänderung und Kreuzung der bereits in Kultur genommenen Reben viele Rebensorten entstanden sind. So scheint der Ruländer eine Kreuzung von schwarzem und weißem Burgunder zu sein,

in die er wenigstens nicht selten durch Knospenvariation zurückschlagen soll.

Während die Reben an sich durch ihre Beerenfrüchte mit den hartschaligen Samen für die Verbreitung durch beerenfressende Vögel vorzüglich angepaßt sind, werden sie in der Kultur fast ausschließlich durch Stecklinge vermehrt.

Auf die zahlreichen Sorten der kultivierten Reben einzugehen, ist hier nicht der Ort. Die bei weitem edelste deutsche Rebensorte ist der spezifisch deutsche Riesling, eine klein- und rundbeerige Sorte mit oberseits kahlen, unterseits wolligen, dicken, oft blasigen Blättern. Sie liefert trotz ihrer späten Reife die besseren Weine des Rheingaues und der Mosel, unter ihnen die vorzüglichsten Auslesenweine, die es überhaupt giebt. Die beste Rotweintraube ist der blaue (schwarze) Burgunder mit schwarzblauen Beeren und dicken, wolligen Blättern, eine Sorte, welche aus Frankreich auch in das deutsche Weinbaugebiet (Aßmannshausen, Aarthal) eingeführt ist.

Die Weinrebe wird wesentlich zur Weinbereitung gebaut, in Deutschland heutzutage besonders im Rheinthal nördlich bis Bonn, an der Mosel, am Main und Neckar. Der Zuckergehalt ist ebenso wie der Gehalt an Säuren (Wein- und Apfelsäure) nach Sorte und nach Reifegrad außerordentlich verschieden. Mit fortschreitender Reife nimmt der prozentische Gehalt an Zucker infolge stetiger Einwanderung von den Blättern her fortdauernd zu, während umgekehrt der Säuregehalt abnimmt. In guten Jahrgängen steigt der Zuckergehalt der Burgundertrauben auf 20—25 %, während der Gehalt an Säure nur 5—6 ‰ beträgt. Der spätreifende Riesling enthält im Safte seiner reifen Beeren, solange diese gesund sind,

etwa 18—20 % Zucker und ziemlich viel, oft über 10‰ Säure. Ein größerer Zuckergehalt des Saftes wird aber erreicht, wenn die sog. Edelfäule eintritt. Die überreifen Beeren des Riesling werden nämlich unter günstigen Witterungsverhältnissen von einem gemeinen Schimmelpilz, dem grauen Traubenschimmel, Botrytis cinerea Pers., besiedelt, der die Haut durchwächst und tötet. Dadurch wird die Wasserverdunstung aus dem Beereninnern ungemein gesteigert, so daß die edelfaulen Beeren bald einschrumpfen, und ihr Saft sehr konzentriert wird. Außerdem verbraucht der Pilz verhältnismäßig viel mehr Säure als Zucker, so daß der Gehalt des Saftes an Säure beim Eintrocknen der edelfaulen Beeren durchaus nicht in demselben Grade gesteigert wird wie der an Zucker, sogar abnehmen kann. Müller-Thurgau, der die Edelfäule genauer untersucht hat, fand am 6. November in 100 g Fleisch

gesunder Beeren 17,74 g Zucker und 1,037 g Säure
edelfauler „ 31,93 „ „ „ 0,817 „ „

Aus dem so eingedickten, zuckerreichen Safte edelreifer Rieslingbeeren werden die feinsten Auslesen des Rheingaues gewonnen.

Zur Weinbereitung werden die Beeren auf Mühlen zerkleinert und dann der Saft von den Beerenhäuten, Samen und anderen festen Bestandteilen der Maische, den Trestern, getrennt. Bei der Weißweinbereitung geschieht das möglichst bald. Zur Rotweinbereitung dagegen, zu der natürlich blaue Traubensorten allein verwendet werden können, läßt man den Saft samt den Trestern vergären. Der Saft der Beeren ist nämlich an sich farblos bis auf eine zur Weinbereitung kaum gebaute Sorte, Färber, deren

Fleischzellen roten Zellsaft besitzen. Bei allen anderen roten und blauen Trauben ist der Farbstoff ausschließlich im Zellsaft der Epidermiszellen gelöst. Bei der Vergärung der Rotweinmaische sterben die Epidermiszellen allmählich ab, das Protoplasma derselben wird damit für den gefärbten Zellsaft durchlässig, der sich nun mit der ganzen Flüssigkeit mischt, den Traubensaft mehr oder minder tief dunkel färbend. Bei der Rotweinbereitung wird darum erst nach vollendeter erster Gärung von den Trestern abgepreßt.

Preßt man den gemahlenen Beerenbrei von Rotweintrauben sofort nach dem Mahlen ab, so erhält man einen farblosen Most und Wein, den sog. Claret, der zur Champagnerbereitung dient. Zu diesem Zweck setzt man dem vergorenen Wein, nachdem er auf Flaschen abgefüllt ist, noch einmal Zucker zu. Da im Wein stets noch Hefe vorhanden ist, so wird der zugesetzte Zucker vergoren, und die gebildete Kohlensäure löst sich, da sie nicht entweichen kann, im Wein, um beim Lösen des Stopfens explosionsartig zu entweichen.

Die Gärung wird durch die auf den Beerenhäuten sitzenden Hefezellen verursacht, welche beim Abpressen natürlich auch in den abfließenden Most gelangen. Ihre allgemeine Verbreitung auf den Beerenhäuten verdankt die Hefe den Wespen und Fliegen, welche die reifen Beeren besuchen und dabei die Hefe von Beere zu Beere verschleppen.

Obstbäume aus der Familie der Rosaceen.

Der Apfelbaum, Pirus malus L., ist nächst der Rebe der wichtigste Obstlieferant Deutschlands sowie der ganzen nördlich gemäßigten Zone. Gleich unseren meisten Obst-

bäumen zu den Rosaceen gehörig, ist er seinem Aussehen nach uns allen bekannt. Eine uralte Kulturpflanze, deren Ursprung natürlich auch wieder sehr dunkel ist, ist der Kulturapfel jedenfalls keine reine Art und verdankt seinen Sorten- und Formenreichtum zweifellos nicht nur sorgfältiger Auslese, sondern auch wiederholten Kreuzungen. Als Stammformen gelten Pirus pumila Mill., eine strauchige, im Kaukasus und südlichen Altai einheimische Art, P. dasyphylla Borkh., eine wahrscheinlich im Orient einheimische baumartige Form, die sibirische P. prunifolia Willd., endlich der auch in Deutschland wie in ganz Mitteleuropa wilde Holzapfelbaum, P. sylvestris Mill.

Ebenso wie der Apfel- verdankt auch der kultivierte Birnbaum (Pirus communis L.) der Kreuzung verschiedener Wildbirnen seine Entstehung; unter letzteren ist zu nennen die mittelasiatische Pirus achras Gärtn. (bei uns wohl nur verwildert), die mehr südliche P. persica Pers., die auch in Westfrankreich gefundene P. cordata Desv. und die wieder rein orientalische P. elaeagnifolia Pall.

Das bei allen Verwandten (Pomoideen), also auch bei Quitte (Cydonia vulgaris Pers.) und Mispel (Mespilus germanica L.) aus der Blütenachse und dem unteren Teil der Kelchblätter hervorgegangene Fruchtfleisch von Apfel und Birne enthält von Zuckerarten Rohr- und die beiden Invertzucker und dient außer zum Rohgenuß auch zur Bereitung alkoholischer Getränke (Aepfel- und Birnenwein).

Dieselbe Familie, der Apfel- und Birnbaum angehören, liefert uns in den Steinfrüchten einer Anzahl von Vertretern der Gattung Prunus (Unterfamilie der Prunoideen) wertvolles Obst. Die wichtigsten darunter sind die

Pflaumen sowie die Kirsche. Unter ersteren unterscheiden wir verschiedene Kulturarten, unter denen die wichtigste Pr. oeconomica Borkh., die Zwetsche, ist. Ihre Abstammung ist unbekannt. Von den Kirschen ist die Süßkirsche (Pr. avium L.) in Europa einheimisch, während die Sauerkirsche (Pr. cerasus L.) von den Römern aus Kleinasien eingeführt zu sein scheint. Aus dem vergorenen Safte der Früchte von Zwetsche und Kirsche werden Fruchtbranntweine gebrannt.

Der Feigenbaum (Ficus carica L.),

zu den Moraceen gehörig, liefert in den fleischig gewordenen krugförmig ausgehöhlten Blütenständen (Receptacula, Fig. 16), an deren Innenwand die Blüten und später die Nüßchen

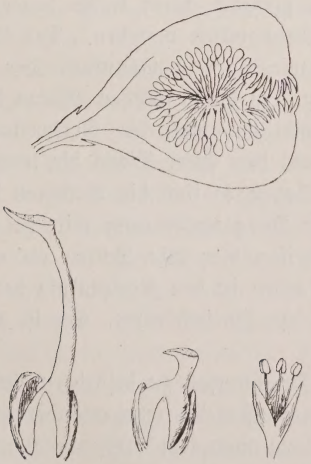

Fig. 16. Feigenbaum, Ficus carica L. Oben die Feige, der krugförmige und ausgehöhlte fleischige Blütenstand, der in der Höhlung die Blüten trägt. Unten die drei Blütenformen, in der Mitte die Gallenblüte, rechts die männliche, links die weibliche (fruchtbare) Blüte.

sitzen, ein beliebtes Obst. Einheimisch ist der Feigenbaum wohl im östlichen Mittelmeergebiet, jetzt aber über alle Küsten des Mittelmeeres verbreitet. Im wilden Zustande ist er bisher noch nicht gefunden. Eigenartig sind die Geschlechterverteilung und die Bestäubungsverhältnisse (vgl. Figur 16).

Vom kultivierten Feigenbaum kennt man zweierlei Individuen, den Caprificus und den echten Ficus. Der erstere trägt in seinen Blütenständen unter der Mündung männliche Blüten und am Grunde weibliche, der echte Ficus nur weibliche. Die letzteren bestehen wesentlich aus einem Fruchtknoten mit einem seitlichen Griffel. Beim Caprificus ist dieser sehr kurz und narbenlos, also zur Bestäubung nicht geeignet, beim Ficus dagegen länger und wohl mit Narbenpapillen versehen. Der Caprificus verhält sich also wie die rein männliche, der Ficus wie die weibliche Form. In die weiblichen Blüten des Caprificus, die sog. Gallenblüten, legt eine Gallwespe, Blastophaga glossorum Grav, ihre Eier. Wenn die jungen Gallwespen sich entwickelt haben, so sind die Antheren der männlichen Blüten um die Ausgangsöffnung reif; die auskriechenden Gallwespen streifen hier also Pollen ab und übertragen ihn auf die Narben in den Rezeptakula des echten Ficus, wenn sie in diese hineinkriechen. So ist die Bestäubung gesichert.

Um den Fruchtansatz zu befördern, bedient man sich in weitaus den meisten Mittelmeerländern von Alters her der Kaprifikation; man legt blühende Zweige des Caprificus auf die Krone des echten Ficus, um die Bestäubung des letzteren zu erleichtern und zu sichern. Es ist indessen schon seit langem bekannt, daß diese Operation zum Frucht-

ansatz der in Italien u. s. w. gebauten Feigensorten ganz unnötig ist, und erst ganz vor kurzem hat Eisen in der Smyrnafeige eine Sorte kennen gelernt, bei der die Kaprifikation und Bestäubung zum Fleischigwerden und zur Verhinderung des vorzeitigen Abfallens der Blütenstände notwendig ist.

Ein ebenso wichtiges und beliebtes Obst wie die Feige ist für Nordafrika und Westasien die Beere der Dattelpalme, Phoenix dactylifera L., einer zweihäufigen Fiederpalme, bei der man zur Sicherung des Fruchtansatzes die künstliche Bestäubung der meist allein und in größerer Zahl gebauten, weiblichen Bäume, ähnlich wie die Kaprifikation, anwendet.

Die Banane oder Pisang Musa sapientum L. (Fig. 17) ist eine im tropischen Asien einheimische, wild jedoch unbekannte, heute überall in den Tropen gebaute Staude mit eßbaren langen Beeren. Auf einem kräftigen, zahlreiche Schößlinge bildenden Rhizom erhebt sich ein kurzer knolliger Stamm, der zahlreiche Blätter und an seiner Spitze den Blütenstand trägt. Die Blätter besitzen sehr lange, in einander gerollte und einander dicht umschließende Blattscheiden, welche einen bis 10 m hohen, innen hohlen Scheinstamm bilden. Die Blattscheide trägt auf einem kurzen Stiel ein bis 4 m langes, 0,5 m und darüber breites ganzrandiges Blatt, das häufig seitlich einreißt. Aus der Spitze des Stammes geht der traubige Blütenstand hervor, der die von den Blattscheiden gebildete Höhlung durchwächst. Die Blüten sind eingeschlechtig; die männlichen stehen am oberen, die weiblichen am unteren Teil des Blütenstandes. Aus letzteren gehen gurkenähnliche, drei- bis vierkantige Beeren hervor, die bei den näher bekannten Kulturformen

keine keimfähigen Samen enthalten. Zur Fortpflanzung bedient man sich der oben bereits erwähnten Schößlinge.

Fig. 17. Pisang, Musa sapientum L.

Unter den zahlreichen Sorten unterscheidet man die stärkemehlreiche, im rohen Zustande ungenießbare und mehr als Brotfrüchte verwendete Beeren tragenden als Mehlbananen, Musa paradisiaca L., und die mit saftigem, zuckerreichen Fleisch versehenen Obstbananen, M. sapientum L. im engeren Sinne. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß wie andere Stärkemehl- resp. zuckerhaltige Früchte, auch die Bananen zur Bereitung alkoholischer Getränke verwendet werden.

Kapitel III.

Genußmittel liefernde Pflanzen.

Unter diesem Kapitel fassen wir jene Pflanzen zusammen, welche Produkte liefern, die anregend auf das Nervensystem wirken, also einerseits die Getränke liefernden Kaffee, Thee, Kakao sowie die verwandten Mate und Kola, andererseits den Tabak, den wir die in gleicher Weise zum Genuß gelangenden Drogen, Haschisch und Opium, anschließen können.

Kaffee, Coffea-Arten.

Der Kaffee entstammt zwei Arten der Rubiaceen-Gattung Coffea, C. arabica L. und C. liberica Hiern.

Die erstere, Coffea arabica L. (Fig. 18), ist ein Strauch oder Bäumchen mit immergrünen, lederigen, gegenständigen Blättern. Die weißen, kurzgestielten, wohlriechenden Blüten stehen gehäuft in den Blattwinkeln und machen nach der Blüte rundlichen grünen, später sich durch rot zu dunkelviolett ausfärbenden Stein-

früchten Platz. Unter dem Fruchtfleisch folgt ein gelbes pergamentartiges Endokarp, das in jedem der zwei Fächer

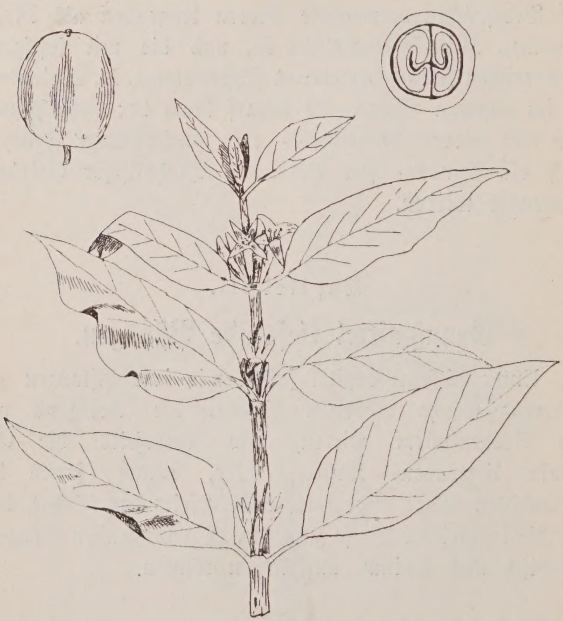

Fig. 18. Arabischer Kaffee, Coffea arabica L., blühender Zweig. Oben links die Beere, rechts ein Querschnitt durch dieselbe, die beiden Samen zeigend.

einen von einer dünnhäutigen Samenschale umhüllten, am Rücken gewölbten, an der Bauchseite flachen und von einer Längsfurche durchzogenen Samen einschließt. Hin und wieder schlägt eine Samenanlage des Fruchtknotens fehl, und dann enthält die Steinfrucht nur einen im Querschnitt rundlichen Samen (Perlkaffee). Die Samen sind die sog. Kaffeebohnen des Handels.

Coffea liberica Hiern. unterscheidet sich von C. arabica durch den kräftigeren Wuchs und die weit größeren Bohnen, die etwa doppelt so groß sind wie bei C. arabica, entsprechend der kirschgroßen Steinfrucht.

Die Heimat des arabischen Kaffees ist nicht, wie man annehmen könnte, Arabien, sondern die Gebirgsländer der afrikanischen Ostküste (Abessynien, im Seengebiet, Mozambique). In Südarabien ist er nur eine Kulturpflanze, die heute über die meisten Tropenländer verbreitet ist. Der Liberia-Kaffee dagegen ist eine Pflanze der niedrigen Küstengegenden des tropischen Westafrika, und seine Kultur hat sich erst in neuerer Zeit ausgebreitet, seitdem die C. arabica in fast allen ihren Anbaugebieten durch einen auf den Blättern parasitierenden Rostpilz, Hemileia vastatrix Berk. et Br., empfindlich geschädigt und ihren Anbau stellenweise unmöglich gemacht hat. Der Liberia-Kaffee ist gegen diese Krankheit weniger empfindlich, auch ertragsreicher und leichter zu vermehren, da Stecklinge leicht wachsen.

Hauptproduktionsgebiete sind Java, Brasilien, Arabien, denen sich neuerdings Deutschostafrika (Usambara-Kaffee) anschließt. Die einst so blühende Kaffeekultur Ceylons ist durch den bereits genannten Rostpilz zerstört; es wird dort nur noch Liberiakaffee gebaut.

Der Bau und die Zusammensetzung der Samen sind bei beiden Kaffeearten dieselben. Die „Bohnen" des Handels sind von der Samenhaut möglichst befreit, die letztere ist nur noch in der auf der flachen Bauchseite verlaufenden tiefen Furche vorhanden. Im übrigen besteht die Handelsware aus einem mächtigen, hornartigen Endosperm von gelblicher bis grüner Farbe und dem in diesem seit-

lich an einem Ende lagernden winzigen Embryo, welcher aus einem zartwandigen, öl- und eiweißreichen Gewebe besteht. Auch der Inhalt der Endospermzellen ist reich an Eiweiß und Fett. Außerdem führen sie viel Zucker und etwas Gerbstoff. Die Wände des Endosperms sind sehr stark verdickt und bestehen aus einem die Cellulosereaktionen gebenden Kohlehydrat, Reservecellulose, das bei der Keimung der Samen aufgelöst wird und zur Ernährung des wachsenden Keimlings Verwendung findet. Der wichtigste Bestandteil der Kaffeebohne ist das Coffeïn (Trimethylxanthin), $C_8H_{10}N_4O_2$, auf das allein die anregende Wirkung des Kaffees zurückzuführen ist. Es scheint in allen Zellen des Endosperms vorzukommen, fehlt aber auch in anderen Teilen der Kaffeepflanze nicht. So fand der verdiente Buitenzorger Chemiker van Romburgh folgende Zahlen für den Gehalt an Coffeïn:

	Coffea arabica	Coffea liberica
Bohnen	1,3%	1,3%
Junge Blätter	1,6 „	0,6 „
alte „	1,1 „	0,0 „

Verwendung finden, wie schon erwähnt, nur die Samen, die sog. Bohnen. Um diese aus den geernteten Steinfrüchten rein zu gewinnen, müssen Fruchtfleisch, Endokarp (Pergamenthaut) und Samenschale (Seidenhaut) entfernt werden, was nach zwei verschiedenen Methoden geschieht.

1. Beim trockenen Verfahren werden die Früchte gedörrt, und dann die Hüllen, wenn sie bröckelig geworden sind, durch Stampfen und Mahlen zerkleinert und entfernt. Dabei entsteht natürlich viel Bruch.

2. Das andere Verfahren ist viel vorteilhafter und verbreiteter. Es beruht auf einem Gärungsvorgang. Die geernteten Früchte werden mittels Maschinen sofort geschält und dann auf Haufen liegen gelassen. Es setzt dann eine Gärung ein, bei der aus dem Zucker der den geschälten Kernen noch anhaftenden Fruchtfleischreste Alkohol und Kohlensäure entstehen, und die Bohnen zugleich das im Handel gewünschte Aussehen und Aroma erhalten. Der fermentierte Rohkaffee wird dann getrocknet und nun Pergamenthülle und Silberhaut durch Walzen entfernt. Auf demselben Prinzip beruht das nasse Verfahren, bei dem die Früchte zunächst in Wasser gebracht und hier durch Quetschmühlen vom größten Teil des Fruchtfleisches befreit werden. Die vom Fleisch befreiten Früchte fallen durch ein Sieb in fließendes Wasser und werden durch dieses in eine Cisterne gespült, wo sie die bereits beschriebene Fermentation durchmachen, um nachher, wie oben beschrieben, weiter behandelt zu werden.

Vor der Verwendung zum Genuß wird der Kaffee bekanntlich geröstet. Dadurch wird der Gerbstoff zerstört, und der Zucker geht in braunen Karamel über, der dem Getränk die dunkle Färbung erteilt.

Allen Surrogaten des Kaffees, mögen sie aus Malz, Zuckerrüben, Cichorie oder sonstigen Materialien bereitet werden, fehlt natürlich das Coffeïn und damit der belebende und anregende Bestandteil der Kaffeebohne; sie gleichen dem gerösteten Kaffee nur darin, daß der in den frischen Teilen vorhandene Zucker beim Rösten in braunen Karamel übergegangen ist.

Thee, Thea chinensis Sims. und Th. assamica Mast.

Den Thee des Handels liefern zwei in Südasien einheimische Sträucher, der chinesische Thee, Thea chinensis Sims. (Fig. 19), und der Assamthee, Th. assamica Mast.

Fig. 19. Chinesischer Thee, Thea chinensis Sims., blühender Zweig.

Die Gattung Thea gehört zu den Ternströmiaceen und ist nahe verwandt mit der bei uns überaus häufig im Topf gezogenen Zierpflanze Camellia japonica. Von der Gattung Camellia, die vielfach mit der Gattung Thea vereinigt wird, unterscheidet sich die letztere nur dadurch, daß die blattwinkelständigen Blüten gestielt sind, und daß die Kelchblätter nicht abfallen.

Die beiden Thee-Arten erreichen im wilden oder unkultivierten Zustande 10—15 m Höhe und bilden dann Bäume. In der Kultur aber werden sie niedrig (1—2 m hoch) und in Strauchform gehalten. Sie besitzen immergrüne, lederartige, kurz gestielte, netzaderige Blätter mit ge-

sägtem Rande. Die Blüten sind blattwinkelständig und bestehen aus 5—6 Kelch- und ebensoviel weißen Kronenblättern, welche eine große Anzahl von Staubblättern einschließen. Der Fruchtknoten ist dreifächerig und entwickelt sich zu einer holzigen Kapsel, welche höchstens einen äußerst fettreichen Samen in jedem Fach enthält.

Der Assamthee unterscheidet sich von Thea chinensis durch seine doppelt so großen, 15—22 cm langen und an der Spitze ausgezogenen Blätter.

Die Heimat des Thees ist Südasien. Indes ist nur Thea asssamica noch in ursprünglich wildem Zustande bekannt, sie kommt wild vor in Bengalen und den südlich angrenzenden Gebirgsländern sowie in Südchina. Wahrscheinlich ist der chinesische Thee nur eine Kulturform des Assamthees. Die Kultur ist heute sehr verbreitet in China, Japan, Indien, auf Ceylon, auf den Sundainseln; auch in den südlichen Staaten Nordamerikas sowie am Kaukasus hat man Versuche angestellt, die teilweise zu gewissen Hoffnungen zu berechtigen scheinen.

Das Handelsprodukt besteht aus den Blättern und Zweigspitzen des Theestrauches und ist um so besser, je jünger die Blätter beim Pflücken sind. Die beste Ware liefern die ganz jungen Blätter, die eben sich entfalten. Sie sind auch am reichsten an dem Stoff (Theïn), der die nervenbelebende Wirkung des Theeaufgusses wesentlich bedingt, und der dem Coffeïn des Kaffees sehr nahe steht. Junge Blätter können bis 3 % davon enthalten, während in älteren Blättern der Gehalt bis unter 1 % sinken kann. Die Werte für den Gerbstoffgehalt, der zwischen 5 und 19 % schwankt, steigen dagegen mit dem Alter der Blätter. Uebrigens ist der Gehalt des Thees an Theïn

durchaus kein absoluter Gradmesser seiner Qualität. Vielmehr wird der Thee rein empirisch einmal nach dem Aussehen und ferner nach der Kostprobe gehandelt, da uns, ebenso wie bei anderen Genuß- und Nahrungsmitteln, auch beim Thee die chemische Analyse im Stich läßt.

Im Handel unterscheidet man zwei Sorten von Thee, grünen Thee und schwarzen Thee. Beide stammen indessen von denselben Pflanzen und erhalten ihre Verschiedenheit erst durch die verschiedenartige Behandlungsweise.

Um grünen Thee zu bereiten, werden die grünen Blätter sofort nach der Ernte im frischen oder nur wenig angewelktem Zustande in heiße eiserne Pfannen gebracht, zunächst in eine außerordentlich stark, nach Tschirch fast zum Glühen erhitzte, dann nacheinander in weniger heiße. Während des Aufenthaltes in den heißen Pfannen werden die Blätter, um das Anbrennen zu vermeiden, stetig umgerührt. Durch die plötzliche Erhitzung werden die Blätter sofort getötet, und ihre grüne Farbe wird bewahrt. Dasselbe scheint neuerdings im fabrikmäßigen Großbetriebe auch durch heiße Wasserdämpfe erreicht zu werden. Jedenfalls verlassen die Blätter den Erhitzungsprozeß in weichem, klebrigem Zustande. Nach dem Abkühlen werden sie dann gerollt und weiterhin wie der schwarze Thee behandelt.

Um letzteren zu bereiten, werden die Blätter in flacher Schicht ausgebreitet, bis sie bei gewöhnlicher Temperatur ganz welk und schlaff geworden sind. Dann werden sie mit der Hand oder im Großbetrieb durch eigens dazu konstruierte Maschinen gerollt. Die Rollen werden gesiebt und dann fermentiert. Zu diesem Zweck werden sie wieder in ziemlich dünner Schicht ausgebreitet, und

zur Verhinderung des Austrocknens die flachen Fermentierungskästen mit einem nassen Tuche bedeckt. Nach 2—6 Stunden ist die Fermentation zu Ende; der Thee hat eine dunkle, rotbraune Färbung angenommen, ein Zeichen, daß er fertig ist. Sobald dieser Zustand erreicht ist, wandert der Thee in die Darren, um dort bei 66—115° C getrocknet zu werden.

Die Veränderungen, welche das Theeblatt während der Fermentation erleidet, betreffen nicht nur die Färbung, sondern auch die Entwickelung des Aromas. Leider sind wir über die Vorgänge während der Fermentation nicht unterrichtet. Nach Tschirch steigt dabei die Temperatur nur wenig, im Maximum fand er 2,6° C mehr, als die Lufttemperatur betrug. Es gehen Oxydationsvorgänge vor sich. Jedenfalls verläuft aber der Prozeß verschieden bei der Bereitung des schwarzen und des grünen Thees. Durch das vorherige plötzliche Erhitzen hat letzterer die Fähigkeit der Farbenänderung verloren. Es scheint, als werde erst durch das Welken der Blätter bei niederer Temperatur die Muttersubstanz des Farbstoffes erzeugt, und als fehle sie im frischen, ungewelkten Blatt. Das Aroma des fertigen Thees rührt her von dem nur in sehr geringer Menge vorhandenen ätherischen Theeöl, das vielleicht zum Teil erst beim Fermentieren entsteht. Van Romburgh erhielt aus 2500 kg Theeblättern nur 130 ccm eines ätherischen Oeles, das im verdünnten Zustande starken Theegeruch besaß. Dasselbe bestand zum Teil aus Salicylsäuremethyläther, einem im Pflanzenreich sehr verbreiteten ätherischen Oel, das meist erst beim Absterben der Pflanzen aus einer Verbindung mit Zucker (Glykosid) frei wird. Außer-

dem ist Methylalkohol (CH_3OH) im Thee, aber auch schon vor der Fermentation, gefunden worden. Wenn früher höhere Zahlen für den Gehalt des Thees an ätherischem Oel angegeben wurden (0,6—0,79 %), so rührt der Irrtum zweifellos daher, daß in China dem Thee vielfach stark aromatische Blätter und Blüten mit hohem Gehalt an ätherischem Oel zugesetzt werden, daß der Thee geradezu parfumiert wird.

Kakao.

Den Kakao liefert Theobroma Cacao L., ein Baum aus der Familie der Sterkuliaceen, der 3—8, selten bis 13 m hoch wird und ursprünglich in den Küstenländern des mexikanischen Golfes und im tropischen Südamerika bis zum Amazonenstrom einheimisch ist, jetzt aber in fast allen Tropenländern angebaut wird. Der Baum besitzt dünne lederartige, ganzrandige, zweizeilig gestellte Blätter und kleine braunrote Blüten, die gehäuft in der Achsel

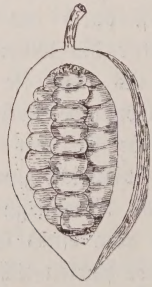

Fig. 20. Beere von Theobroma Cacao L., der Länge nach aufgeschnitten. (Nach Wossidlo.)

bereits abgefallener Blätter stehen. Die Frucht ist eine von einer braunen oder gelben lederigen Haut über-

zogene, gurkenähnliche Beere, die zahlreiche Samen enthält, eingebettet in ein säuerliches, schleimiges Fruchtfleisch (Fig. 20).

Die Samen, welche den wertvollen Rohstoff der Kakao-Industrie vorstellen, bestehen wesentlich aus den zwei großen dicken, gefalteten Keimblättern des Embryos, umgeben von der Samenschale, und enthalten kein Endosperm. Im frischen Zustande schmeckt der Samen bitter, bei den kultivierten Sorten etwas weniger als bei der wilden Pflanze. Um den Kakaobohnen diese Bitterkeit zu nehmen, läßt man dieselben einen Gärungsprozeß durchmachen.

Die geernteten reifen Früchte schon werden in Haufen gelegt, in denen sie mehrere Tage bleiben, und in denen im zuckerreichen, übrigens genießbaren Fruchtfleisch eine Gärung eintreten soll. Dann werden die Beeren geöffnet und die Samen herausgenommen. Werden die letzteren nun sofort getrocknet, so behalten sie ihre Bitterkeit; solcher „ungerotteter Kakao" würde zur Schokoladefabrikation nicht geeignet sein. Für letzteren Zweck werden die Samen wieder auf Haufen gebracht und in diesen längere Zeit der sich bald einstellenden und unter Temperaturerhöhung verlaufenden Gärung überlassen; manchmal werden sie während derselben wiederholt umgeschaufelt. In erster Linie trifft diese je nach der Sorte 3—10 Tage dauernde Gärung den Zucker, der sich in dem den Samen noch anhaftenden Fruchtfleisch findet. Dieser wird durch die der Beere ursprünglich anhaftenden und so auch an die Samen gelangenden Hefen in Alkohol und Kohlensäure zerlegt. Außerdem wird aber auch der Samen selbst bei der Gärung in mancher Beziehung verändert.

Seine Keimfähigkeit wird vernichtet. Die Farbe der ursprünglich weißen Keimlinge geht in rotbraun über. Der bittere Geschmack weicht einem milderen und angenehmeren. Endlich lassen sich die Samenschalen des „gerotteten Kakaos" leicht durch einen Druck von den Keimlingen entfernen. Jetzt werden die Samen gewaschen, getrocknet und endlich sortiert.

Der wesentlichste Bestandteil der Kakaosamen ist das Alkaloid Theobromin, ein Dimethylxanthin, also dem Coffeïn des Kaffees und Theïn des Thees in seiner chemischen Struktur sehr nahe verwandt und dementsprechend von den gleichen physiologischen Wirkungen. Auch Coffeïn scheint nicht ganz zu fehlen. Der Gehalt an Theobromin, das in allen Zellen des Samenkernes vorzukommen scheint, schwankt zwischen 1,34 und 1,66 %. Eine mikroskopische Betrachtung der gerotteten Kakaosamenkerne lehrt, daß das Gewebe derselben aus zweierlei Parenchymzellen von gleicher Größe, aber verschiedenem Inhalt besteht. Der Inhalt der einen ist farblos, der der anderen, die zerstreut zwischen den farblosen Elementen vorkommen, ist braun. Die letzteren verleihen den ganzen Samenkernen die braune Farbe. Alle Zellen enthalten Eiweißkörper, die zum Teil in Gestalt kugliger Körner, sog. Aleuronkörner, abgelagert sind. Außerdem enthalten die farblosen Zellen viel Fett, das aus den Kakaobohnen durch Auspressen bei höherer Temperatur als bei 38° schmelzende sog. Kakaobutter gewonnen wird. Auch Stärkekörner und Zucker fehlen nicht. Die braunrote Substanz in den braunen Zellen des Samenkernes bezeichnet man als Kakaorot; sie hat einige Reaktionen mit den Gerbstoffen gemeinsam. Der Gehalt der Kakaokerne an Fett schwankt zwischen 46,18 und

52,14 %, an Stärke zwischen 8,82 und 18,50 %, der Eiweißgehalt zwischen 13,19 und 16,25 %.

In den frischen Samen ist weder Theobromin noch Kakaorot nachzuweisen. Es spricht vielmehr alles dafür, daß beide Substanzen erst bei der als „Rotten" bezeichneten Gärung aus einer anderen Muttersubstanz entstehen. Wahrscheinlich sind sie ursprünglich mit Zucker zu einem Glykosid verbunden, das erst bei der Gärung durch ein Enzym in Zucker, Theobromin und Kakaorot gespalten wird. Vielleicht ist dieses Glykosid auch die Ursache des ursprünglich bitteren Geschmackes der Bohnen.

Das Hauptproduktionsgebiet des Kakao ist noch immer Südamerika, besonders Ecuador. Unter unseren Kolonien erzeugt Kamerun eine ganz vorzügliche Qualität.

Kolanuß.

Im Anschluß an den Kakao betrachten wir kurz die Kolanuß, welche ebenfalls von einer Sterkuliacee, Cola acuminata (P. B.) R. Br., einem bis 20 m hohen Baum des tropischen Westafrika stammt. Die Kola- oder Gurunüsse sind die bis kastaniengroßen roten Samen, welche in Mehrzahl in der fünffächerigen Balgfrucht des Baumes gebildet werden. Sie bestehen aus dem von der Samenschale eingeschlossenen Embryo, welcher dicke, mächtige Keimblätter besitzt. Die Samenkerne enthalten über 2 % Coffeïn neben etwas Theobromin und sind deshalb auch bei den Eingeborenen von alters her beliebte Genußmittel. Ihre Zellen sind vollgestopft mit Stärke. Auch ein Farbstoff, Kolarot, ähnlich dem Kakaorot, ist vorhanden.

In Südamerika liefern ein beliebtes, zu Getränken benutztes Genußmittel die

Matepflanzen,

verschiedene südamerikanische Arten der Gattung Ilex, bes. Ilex paraguariensis St. Hil., in ihren als „Paraguay-Thee" auch bei uns versuchsweise eingeführten Blättern. Auch hier ist das Wirksame der Gehalt der Blätter an Coffeïn, der je nach der Sorte, dem Alter der Blätter und der Einsammlungszeit zwischen 0,13 bis 1,85 % schwankt, im Mittel aber nicht mehr als 0,5 bis 0,7 % beträgt. Die Bereitung des Mate aus den frischen Blättern und Zweigen gleicht im Prinzip der des grünen Thees.

Der Tabak.

Ein Genußmittel ganz anderer Art wie die bisher betrachteten liefern zwei Arten der Solanaceen-Gattung Nicotiana, N. tabacum L., der virginische Tabak, und N. rustica L., der Veilchen- oder Bauerntabak, insbesondere aber die erstgenannte Art. Einige andere Arten sind von weit geringerer Bedeutung.

Die beiden genannten Arten sind einjährige 1 bis 2 m hohe Kräuter mit ästigem Stengel und großen, ganzrandigen Blättern. Diese sind beim Bauerntabak eiförmig und, wenigstens die unteren, gestielt, beim virginischen Tabak lanzettlich und lang zugespitzt und sitzend. Die Blüten stehen in Wickeln, die zu großen rispenförmigen Blütenständen gehäuft sind. Bei N. tabacum ist die Farbe der Blumenkrone rot, bei N. rustica grünlichgelb; bei ersterer ist die Röhre der Krone lang,

bei letzterer kurz. Die Frucht ist eine zweifächerige, vom Kelch eingeschlossene Kapsel, die äußerst zahlreiche, sehr kleine, braune Samen enthält.

Die Heimat der Kulturtabake ist Amerika, wo bei weitem die meisten Arten der Gattung Nicotiana endemisch sind. Die beiden obengenannten Arten sind in Südamerika einheimisch. Die Kultur und der Gebrauch des Tabaks wurden schon von den Entdeckern Amerikas bei den Eingeborenen vorgefunden und haben sich von dort aus überallhin verbreitet. In Europa wurde die Tabakpflanze zuerst 1518 in Lissabon gebaut. Besonders edle Tabaksorten liefert heute noch Amerika (Havanna, Mexiko, Brasilien), ferner Sumatra, die Philippinen u. s. w.

Das Genußmittel liefern die Blätter der Pflanzen, die aber eine ziemlich komplizierte Behandlung erfahren, bis sie genußfertig sind. Der Konsum des Tabaks verteilt sich auf Rauch-, Schnupf- und Kautabak. Weitaus der meiste Tabak dient indessen Rauchzwecken, teils geschnitten als Pfeifen- und Cigarettentabak, teils als Cigarrentabak.

Um möglichst große Blätter für die Zwecke der Fabrikation zu gewinnen, nimmt man den Tabakpflanzen auf dem Felde, mit Ausnahme derjenigen, von welchen man Samen gewinnen will, sobald die Blütenknospen erscheinen, den Gipfel. Es treiben dann nach einiger Zeit die Zweigknospen aus, welche in der Achsel der Blätter zu je drei hintereinander vorhanden sind, zuerst jedesmal die älteste derselben, die dem Stengel am nächsten steht; wird dieser fortgenommen, dann die anderen. Sobald diese Seitentriebe, Geizen, erscheinen, werden sie

ebenso wie die Gipfelknospe entfernt. Man erreicht dadurch, daß die Blätter breiter und größer, sowie auch inhaltsreicher werden, als sie an der sich selbst überlassenen Pflanze werden würden. Besonders fällt der außerordentlich große Stärkegehalt der Blätter an so behandelten Pflanzen auf.

Wenn das Maximum des Stärkegehalts in den Blättern erreicht ist, sind dieselben reif, und es kann zur Ernte geschritten werden. Die unteren, älteren Blätter werden natürlich eher reif als die oberen. Man erntet, indem man die reifen Blätter am Stamm durch einen seitlichen Druck abbricht, und reiht dann die Blätter auf Schnüre, die man durch ihre Mittelrippe zieht. Diese hängt man an einem vor Regen und Tau geschützten Orte, auf den Speicher oder in eigenen Trockenräumen, zum Trocknen auf. Das Trocknen „am Dach" darf weder zu schnell erfolgen noch zu lange Zeit in Anspruch nehmen, da im letzteren Fall die Gefahr größer wird, daß Fäulnis auftritt. Zunächst leben die am Dach hängenden Blätter weiter; ihre Stärke wird in Zucker übergeführt, der zu Zwecken der Atmung dient. Zugleich verdunsten sie natürlich Wasser und trocknen schließlich so weit aus, daß der Tod der Zellen eintritt. Das soll indes jedenfalls früher der Fall sein, ehe der Zucker im Atmungsprozeß verbraucht ist, damit nicht bei Fortdauer des letzteren jetzt andere Stoffe noch angegriffen werden. Es würde das zur Folge haben, daß der Tabak zu wenig gehaltvoll und zu spröde, damit also für viele Zwecke der Fabrikation unbrauchbar werden würde. Noch im toten Blatt geht dann die Verfärbung von grün in ein helleres oder dunkleres Braun weiter, die auf das Auf-

treten brauner Inhaltsstoffe infolge von Oxydationen zurückzuführen ist. Endlich ist der Tabak „dachreif" und damit zum Abhängen fertig.

Der abgehängte Tabak, der in kleine Päcke verschnürt wird, gelangt nun, um ihm die definitive Farbe sowie das Aroma zu verleihen und ihn möglichst unverändert haltbar zu machen, zur Fermentation. Zu diesem Zwecke wird der auf einen Feuchtigkeitsgehalt von etwa 25 % gebrachte Tabak in große Haufen von mehreren hundert bis tausend Centner gebracht, in denen sich bald eine durch Bakterien hervorgerufene Gärung einstellt. Die Intensität derselben wird verfolgt an der Temperaturerhöhung des Innern der Haufen, die man durch eingesteckte Thermometer mißt. Sobald die Temperatur im Innern 50 oder 60° C erreicht hat, was nach wenigen Tagen der Fall ist, reißt man den Haufen auseinander und packt ihn um, indem man jetzt die vorher außen gelagerten Büschel nach innen bringt. Das wird mehrfach wiederholt, bis der gesamte Tabak durchfermentiert ist. Jetzt endlich ist der Tabak konsumfertig, wird sortiert und gelangt zu seinem verschiedenartigen Verwendungszweck.

Der charakteristische Bestandteil der Tabakpflanze ist das Alkaloid Nikotin $C_{10}H_{14}N_2$, eines der kräftigsten Pflanzengifte, das in reinem Zustande eine farblose, an der Luft bald gelb bis braun werdende Flüssigkeit ist. Im Tabakblatt ist es in äußerst verschiedener Menge gefunden worden; der Gehalt schwankte bei verschiedenen Sorten und Analysen zwischen 0,68 und 4,78 %; auch ist es nicht im freien Zustande, sondern in Verbindung mit einer organischen Säure vorhanden. Bei der Fermentation wird ein Teil desselben durch die dabei thätigen Gärungsorganismen

verbraucht und umgewandelt. Mit der Qualität des Tabaks hat der Nikotingehalt nichts zu thun; nicht einmal die Schwere der Cigarre wird allein durch den Gehalt an Nikotin bestimmt. — Auf der Epidermis der Tabakblätter finden sich zahlreiche Drüsenhaare, die an ihrem mehrzelligen breiten Köpfchen ein ätherisches Oel absondern, das die frische Pflanze oft ganz klebrig macht. Bei der Zubereitung des geernteten Tabaks scheint dieses ätherische Oel teils zu verdunsten, teils zu verharzen. Jedenfalls sind diese Oeldrüsen auch die Erzeuger des von Hermbstädt entdeckten, recht übel riechenden Nikotianin oder Tabakskampher. Der geringe Zuckergehalt der dachreifen Blätter verschwindet bei der Fermentation vollständig. Auch die Farbe wird durch die letztere meist noch verändert, dunkler gemacht, zugleich aber stabilisiert. Es treten neben den braunen Inhaltsmassen noch eigenartige braune Sphärokrystalle von unbekannter chemischer Zusammensetzung im Blattgewebe auf.

Der anatomische Bau des Tabakblattes ist wesentlich derselbe wie bei den meisten Dikotylen-Blättern: Unter der spärliche Spaltöffnungen führenden Epidermis der Oberseite folgt ein einschichtiges Palissadenparenchym, dann das mehrschichtige Schwammparenchym und endlich die spaltöffnungsreiche Epidermis der Unterseite. Zerstreut im Blattparenchym finden sich Zellen, die mit Kryställchen von Calciumoxalat, sog. Krystallsand, ganz erfüllt sind. Die Epidermis trägt dreierlei Haare, schmale zugespitzte, aus einer Zellreihe bestehende, ferner ähnliche mit einem ein- oder mehrzelligen Kopf und endlich kurze Drüsenhaare, die auf einem einzelligen Stiel ein mehrzelliges secernierendes Köpfchen tragen.

Aehnliche Genußmittel, nur von beschränkterer Verbreitung als der Tabak, sind Opium und Haschisch.

Opium, der eingedickte Milchsaft des Schlafmohns, Papaver somniferum L., auch bei uns als medizinisches Mittel verwendet, wird im Orient gewonnen und als Genußmittel verbraucht. Die jungen Mohnköpfe werden mit einem Messer oberflächlich geritzt, worauf die angeschnittenen, überall im Parenchym verlaufenden Milchröhren, die durch Auflösung der Zwischenwände von übereinanderstehenden Zellen entstehen und vielfach miteinander in Verbindung treten, ihren weißen Milchsaft austreten lassen. An der Luft wird derselbe braun, erhärtet und wird nun abgeschabt, in Ballen geknetet und in den Handel gebracht. Als Genußmittel wird das Opium geraucht und hat dann betäubende Eigenschaften. Als Arzneimittel wirkt es vermöge seines Gehalts an Morphiumbasen ebenfalls schlafmachend.

Der ebenfalls meist gerauchte Haschisch ist ein Produkt des indischen Hanfes, der aber von der Gespinnstpflanze Cannabis sativa L. nicht specifisch verschieden ist. Das Genußmittel besteht aus den Spitzen der weiblichen Pflanzen, die mit Tabak zusammen geraucht werden. Das Wirksame soll ein narkotisches Harz sein, das von Drüsenhaaren in der Blütenregion gebildet wird.

---

4. Kapitel.

Gewürze.

In diesem Kapitel betrachten wir kurz Vanille, Pfeffer, Zimt, Gewürznelke und Senf, denen wir an-

hangsweise noch den zum Würzen des Bieres dienenden Hopfen anfügen.

Vanille.

Die Vanille, das edelste unserer in der Küche verwendeten Gewürze, ist die Frucht der im tropischen Amerika (Mexiko bis Peru und Brasilien) einheimischen Orchidee Vanilla planifolia Andr. (= V. fragrans [Salisb.]).

Wie alle Arten der Gattung Vanilla ist auch V. planifolia (Fig. 21) eine Kletterpflanze, die gleich unserem Epheu mit

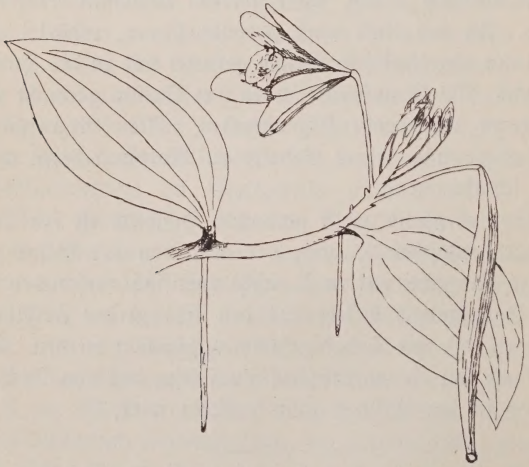

Fig. 21. Vanille, Vanilla planifolia Andr., blühender Zweig.

den Luftwurzeln, deren eine an jedem Knoten entspringt, an der Unterlage resp. Stütze sich festklammert. Sie besitzt zweizeilig gestellte, ungestielte, breit eiförmige, vorn zugespitzte, fleischige Blätter. Die Blüten stehen in Trauben

sowohl am Ende des Stammes wie in den Achseln der oberen Laubblätter. Jede Blüte ist von einem kleinen grünen Hochblatte gestützt. Die Farbe der Blütenblätter ist weiß; nur die äußeren sind an der Außenseite dunkelgrün. Die drei Blütenblätter des äußeren Kreises sind denen des inneren in der Form gleich; nur eines der letzteren ist zur Lippe umgestaltet, welche die mittlere Säule umhüllt und ihr im unteren Teil stark angewachsen ist. Die Lippe endigt in eine breite, etwas gefranste Platte. Am Ende der Säule findet sich die einzige Anthere, welche einen pulverigen Pollen einschließt. Hinter ihr liegt die Narbe, deren beide empfängnisfähige Lappen durch einen Fortsatz des dritten, das Rostellum, derart von der Anthere geschieden sind, daß ohne fremde Hilfe der Pollen aus derselben nicht auf die Narbe gelangen kann. In der Heimat besorgen Insekten (Melipone sp.) diese Uebertragung. Außerhalb derselben, wo das Insekt fehlt, setzt die Vanille spontan nie Frucht an, und es ist zum Fruchtansatz die künstliche Uebertragung des Pollens auf die Narbe nötig, die zuerst Morren im Lütticher botanischen Garten 1837 ausführte. Nach der Bestäubung wächst der unterständige Fruchtknoten zu einer langgestreckten fleischigen Kapsel aus, die bei der Reife mit zwei ungleich großen Klappen aufspringt und die kleinen, schwarzen, schießpulverartigen, in einen Balsam eingebetteten Samen enthält.

Ursprünglich im tropischen Mittel- und Südamerika einheimisch, ist, seitdem Charles Morren die Wirksamkeit der künstlichen Bestäubung gezeigt hatte, die Vanille als Kulturpflanze in den meisten Tropenländern angepflanzt worden. Neben Mexiko ist die Insel Réunion ein Haupt-

platz für Vanillebau, und die auf ihr erzeugte Bourbon-Vanille hat die mexikanische, welche allerdings unbestritten als die beste Qualität gilt, fast vom europäischen Markte verdrängt. Der Bourbon-Vanille gleich steht in der Wertschätzung die Vanille Deutsch-Ostafrikas, wo allerdings die Vanillekultur erst in ihren ersten Anfängen steckt. Auch Madagaskar, Mauritius, Java, die Seychellen, einige westindische Inseln (Guadeloupe, Martinique) erzeugen Vanille, allerdings in geringeren Mengen und in geringerer Qualität.

In der Kultur wird die Vanille meist durch Stecklinge vermehrt. Früher wurde sie an Stützbäumen (Kakao) gezogen. Heute zieht man sie an regelmäßig verteilten Spalieren. Die künstliche Befruchtung wird von Arbeitern ausgeführt, die mit einem spitzigen Holz in das Innere der geöffneten Blüten hineinfahren und so den Pollen auf die Narbe bringen. Die Ernte soll stattfinden, sobald die anfangs grünen Früchte anfangen, sich gelb zu färben. In diesem halbreifen Zustande sind die Kapseln noch geschlossen und vollkommen geruchlos. Das Aroma entwickelt sich erst bei der Erntebereitung, die in verschiedenen Produktionsgebieten verschieden ist. Man kann wesentlich zwei Methoden unterscheiden, das trockene Verfahren, ursprünglich in Mexiko angewandt, und das nasse Verfahren.

Beim trockenen oder mexikanischen Verfahren werden die geernteten Kapseln zunächst auf Trockengestellen anwelken gelassen. Dann aber werden die gewelkten Früchte der Wärme ausgesetzt, entweder der Sonnenwärme oder der künstlichen Wärme eines Backofens. Im ersteren Falle werden die Früchte auf Matten und dunkle Decken in

Höfen u. dergl. ausgebreitet und der Bestrahlung durch die Sonne ausgesetzt. Beim Sonnenuntergang werden die heißen Kapseln dann in die Decken gehüllt und in die sog. Schwitzkästen gepackt, Holzkästen, die ebenfalls vorher in der Tropensonne angewärmt werden. In diesen Schwitzkästen macht die Vanille den sog. Schwitzprozeß durch. Nach 16—22 Stunden hat sie eine dunkelbraune Farbe angenommen. Sie wird dann in der Sonne oder auf Rosten weiter getrocknet; jedenfalls wird sie noch wiederholt während der Mittagsstunden der Sonne ausgesetzt, auch läßt man sie noch einigemal schwitzen, bis endlich nach 20—30 Tagen das Endziel, das Kryſtallisieren des Vanillins, erreicht ist. Bei ungünstiger Witterung und im Großbetrieb wendet man statt der Sonnenwärme die Wärme eines Backofens an. Je 400—600 Früchte werden mit wollenen Decken und einer Matte umhüllt, und die so gebildeten Pakete in den auf 89—125° C (auf Réunion übrigens nur auf 70—80° C) erwärmten Ofen gebracht. Nach 16—22 Stunden ist auch hier die Schwarzfärbung eingetreten. Nach der Ofenbehandlung ist die weitere Präparation dieselbe, wie vorhin geschildert wurde.

Das nasse Verfahren unterscheidet sich von dem vorigen dadurch, daß die frisch geernteten Früchte sofort in siedendes oder wenigstens heißes (85—90° C) Wasser getaucht werden. Das Eintauchen soll nur ganz kurze Zeit geschehen. Dazu werden die Kapseln an Fäden aufgereiht oder in Körbe gelegt. Nachher ist die Behandlung ziemlich dieselbe wie beim trockenen Verfahren. Jedenfalls hat das Eintauchen in heißes Wasser nur den Erfolg und Zweck, die Oberhaut zu töten und dadurch das Trocknen

des Innern zu erleichtern, ohne doch die notwendigen Veränderungen in den trocknenden Früchten zu verhindern.

Das Trocknen darf übrigens nicht zu weit getrieben werden. Vielmehr soll die Vanille auch im versand- und handelsfertigen Zustande noch weich und biegsam sein, und zu diesem Zweck wird der Wassergehalt auf 20 bis 30 % herabgemindert.

Der charakteristische Bestandteil der Handelsvanille

$$C_6H_3\begin{matrix}OCH_3\\OH\\COH\end{matrix}$$

ist das Vanillin, welches das Aroma bestimmt und in Mengen von 1,5—2,5 % gefunden wurde. Es ist bereits erwähnt, daß das charakteristische Aroma der Vanille, also das Vanillin, in der erntereifen Frucht noch nicht vorhanden ist, sondern erst bei der weiteren Präparation entsteht. Vielleicht ist das Vanillin ursprünglich in einer nicht riechenden Verbindungsform vorhanden, die im Verlauf der Präparation unter Freiwerden des Vanillins zersetzt wird; in den Blättern wenigstens ist eine wasserlösliche Substanz vorhanden, welche beim Erhitzen mit verdünnten Säuren Vanillin giebt. Das Vanillin findet sich im Handelsprodukt teils in Form von feinen weißen Nadeln, zum Teil auch glänzenden Tafeln und Prismen (sog. Diamantkrystallen) auf der Oberfläche auskrystallisiert, teils gelöst in allen Teilen der Frucht. Neben dem Vanillin sind noch in geringer Menge andere zur Zeit für unsere Methoden unfaßbare Körper vorhanden, welche das Aroma beeinflussen, und deren Gegenwart zur Folge hat, daß der Vanillingehalt keineswegs einen absoluten Gradmesser für die Qualität der Vanille vorstellt. Im Gegenteil ist nach Tiemanns Analysen die

minderwertige javanische Vanille weit vanillinreicher als die beste Qualität, die mexikanische Vanille.

Eigentümlicherweise wird bei der ebenfalls von Vanilla planifolia abstammenden Tahiti-Vanille das Vanillin begleitet von geringen Mengen eines verwandten Körpers, Piperonal, der der Ware einen heliotropartigen Geruch mitteilt und sie für Genußzwecke untauglich macht. Derselbe Körper begleitet das Vanillin in den präparierten Früchten der anderen Arten der Gattung Vanilla, die aromatische Früchte liefern, wie insbesondere die mit der echten Vanille die Heimat teilende Vanilla pompona Schiede. Ihre als Vanillon bezeichneten Früchte sind wie die der Tahiti-Vanille nur für Parfumeriezwecke brauchbar.

Pfeffer.

Der Pfeffer ist die Beere des Piper nigrum L. Diese Piperacee (Fig. 22) ist ein kletternder Strauch mit zer-

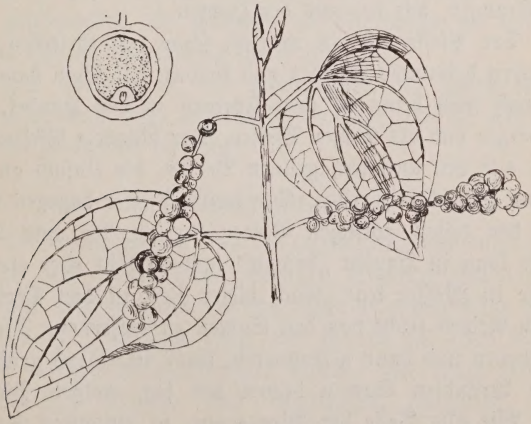

Fig. 22. Pfeffer, Piper nigrum L. Oben links ein Längsschnitt durch eine Frucht.

streuten, eiförmigen, 5—7nervigen Blättern und blattgegenständigen ährigen Blütenständen. Die Blüten bestehen nur aus zwei Staubfäden und einem einfächerigen Fruchtknoten, die, von einem becherförmigen Tragblatt gestützt, in Gruben der Aehrenspindel stehen. Die Frucht ist eine einsamige grüne, später gelbliche und endlich rote Beere. Wie bei allen Piperaceen zeichnet sich der Samen durch den Besitz eines Perisperms aus, das gerade bei Piper nigrum außerordentlich mächtig entwickelt ist. Das viel kleinere Endosperm schließt den Embryo ein.

Die Heimat des Pfefferstrauches ist zweifellos Ostindien, wo er jedoch wild nicht mehr gefunden wird. Die Kultur des Pfeffers ist dagegen außerordentlich über die Tropen verbreitet. Das Hauptproduktionsgebiet sind Sumatra, Java, Borneo, Malakka. Der Haupthandelshafen für Pfeffer ist Singapore. Gezogen wird der Pfeffer an Stangen, wie bei uns der Hopfen.

Der Pfeffer ist ein uraltes, schon den Griechen und Römern bekanntes Gewürz und kommt, wie schon damals, so auch noch heute in zwei Formen in den Handel, als schwarzer und als weißer Pfeffer. Der schwarze Pfeffer besteht aus den unreifen, grünen Beeren, die einfach an der Sonne getrocknet werden. Der weiße Pfeffer dagegen wird aus den reifen, rötlichen Beeren bereitet, die man 2—3 Tage lang in Haufen „brüten" (gären) läßt oder ebensolange in Wasser legt. Nach dieser Zeit ist das Perikarp durch Reiben leicht von den Samen zu entfernen. Die gewaschenen und dann getrockneten, ihres Perikarps größtenteils beraubten Samen bilden den sog. weißen Pfeffer.

Wie alle Teile der Piperaceen, so enthalten sowohl das Beerenfleisch, die Fruchtschale der schwarzen Körner,

wie das Nährgewebe des Samens zahlreiche einzelne Zellen, welche mit Harz und ätherischem Oel gefüllt sind. Sie fallen durch die gelbe Farbe ihres Inhalts auf. Inwieweit das Harz erst nachträglich durch Verharzung des Oeles an der Luft entsteht, ist noch unbekannt. Das ätherische Oel, das in Mengen von 1—2,3 % im schwarzen Pfeffer vorkommt, bestimmt den Geruch des Pfeffers. Das Harz schmeckt außerordentlich scharf und bedingt den Geschmack. Dieselben Oelzellen enthalten aber ferner ein für den Pfeffer charakteristisches Alkaloid, das Piperin $C_{17}H_{19}NO_3$, wie Molisch gezeigt hat, gelöst im ätherischen Oel. Der Piperingehalt des Pfeffers schwankt nach verschiedenen Analysen zwischen 5,24 und 9,15 %, ist also recht groß. Uebrigens findet sich das Piperin nur in den Oelzellen des Samens, nicht in denen der Fruchthaut (des Beerenfleisches). Auf den Geschmack des Pfeffers dürfte das Piperin ohne Einfluß sein, da seine wässerige Lösung fast geschmacklos ist, während es allerdings in alkoholischer Lösung pfefferartig scharf schmeckt.

Im übrigen ist das Nährgewebe des Pfefferkorns außerordentlich reich an Stärke, von der nur die Schalen und die Oelzellen frei sind.

Gewürznelken.

Die Gewürznelken sind die getrockneten Blütenknospen des zu den Myrtaceen gehörigen Gewürznelkenbaumes Jambosa Caryophyllus (Speng.) Ndz. (Caryophyllus aromaticus L.). Derselbe (Fig. 23) ist ein bis 18 m hoher Baum mit pyramidenförmiger Krone. Die kurzgestielten ganzrandigen Blätter sind immergrün, lederartig und gegenständig. Die oberständigen Blüten stehen in schirm-

förmig ausgebreiteten Rispen und besitzen vier Kelch- und ebensoviel Blumenkronenblätter. Der Fruchtknoten ist der

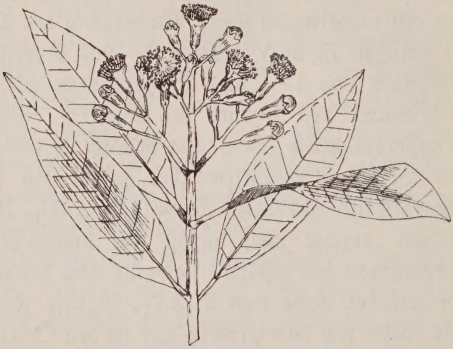

Fig. 23. Gewürznelke, Jambosa caryophyllus (Speng.) Ndz. Blühender Zweig.

Blütenachse eingesenkt; seine Höhlung nimmt indes nur den obersten Teil derselben ein. Bei der Fruchtreife wird die mit dem Fruchtknoten fest verwachsene Blütenachse fleischig und schließt das häutige Perikarp mit den Samen ein. Die Frucht ist also eine beerenartige Scheinfrucht wie beim Apfelbaum.

Die Heimat des Gewürznelkenbaumes sind die nördlichen Molukken. Die holländische Compagnie, welche zu Anfang des 17. Jahrhunderts die Portugiesen von den Gewürzinseln vertrieb, rottete dann, um sich das Monopol des Gewürzhandels zu sichern, auf den meisten Inseln sowohl die wild vorkommenden wie die kultivierten Bäume aus und gestattete den Anbau nur auf den Inseln der Regentschaft Ternate. Trotz aller Vorsichtsmaßregeln und Verbote aber gelang es den Franzosen 1770 und

1773 Pflanzen des Baumes zu erwerben und in ihre Kolonien zu übertragen. Seither und seit dem Fall des Monopol- und Ausbeutungssystems der holländischen Compagnie ist der Gewürznelkenbau auf den Molukken bedeutungslos. Er ist jetzt über alle Tropenländer verbreitet, und die Hauptmasse des Gewürzes bringt Zanzibar in den Welthandel.

Die Blütenstände werden geerntet, wenn Kelch und Blütenachse sich eben kirschrot färben, und ehe die weißen Kronblätter sich entfalten. Sie werden dann getrocknet, wobei die Knospen sich braun färben, und endlich werden diese von den Stielen befreit. Der Stiel der Gewürznelken ist also die Blütenachse, die in ihrem oberen Teil die Fruchtknotenhöhle umschließt. Sie trägt vier stumpfe braune Kelchblätter, welche die noch kuglig geschlossenen Kronblätter einschließen, und innerhalb der letzteren die zahlreichen braunen Staubgefäße samt dem mittelständigen nadelartigen Griffel (Fig. 24).

Fig. 24. Gewürznelke des Handels im Längsschnitt.

Alle Teile der Gewürznelke mit Ausnahme der Samenknospen sind, wie das gesamte Grundgewebe der Sprosse, reich an großen Oelbehältern, die durch Auseinanderweichen von Zellen, also intercellular entstehen und von einem kleinzelligen, ätherisches Oel secernierenden

Parenchym ausgekleidet sind. Dieses ätherische Oel, das in Mengen von 15—20 % in den Nelken, den an ätherischem Oel reichsten Organen des Pflanzenreiches, vorkommt, ist der wertvolle Bestandteil der Gewürznelken.

Nur kurz und anhangsweise erwähnen wir den von Warburg vor kurzem in einer ausführlichen Monographie bearbeiteten Muskatnußbaum, Myristica moschata L., dessen Geschichte der des Gewürznelkenbaumes gleicht. M. moschata gehört zu den Myristicaceen und liefert das früher mehr als heute geschätzte Gewürz in seinen beerenartigen Früchten. Die Muskatnuß ist der Samen, der Arillus desselben die sog. Macis.

Die Zimtrinden

stammen von Arten der Lauraceen-Gattung Cinnamomum Bl., besonders von C. ceylanicum Breyn. und C. Cassia (Nees) Bl. Im wilden Zustande sind beide hohe Bäume, wie fast alle Lauraceen mit immergrünen, gegenständigen Blättern und unscheinbaren, gelblich weißen Blüten.

Cinnamomum ceylanicum, der Ceylonzimt, ist ein heimisch auf den Gebirgen Ceylons, C. Cassia, das heutzutage die Hauptmasse der Zimtrinden des Handels liefert, in China, wo es auch ausschließlich gebaut wird.

Wie alle Lauraceen führen alle Organe der Zimtpflanzen im parenchymatischen Gewebe zahlreiche, zerstreute Sekretzellen, welche ätherisches Zimtöl enthalten (Fig. 25). Der wesentlichste Bestandteil des letzteren ist Zimtaldehyd. In der Rinde führen sowohl das Phloëm wie das primäre Rindenparenchym solche Oelzellen, deren Inhalt übrigens in der Handelsware unter dem Einfluß des Luftsauerstoffs stets stark verharzt ist.

Der in Gestalt ⌒-förmig eingerollter, zu mehreren ineinander geschachtelter Röhren im Handel vorkommende Ceylonzimt wie der gemeine, in einfachen Rollen erscheinende chinesische Zimt sind nichts als die Rinde der Stämmchen. Man schneidet die letzteren während der

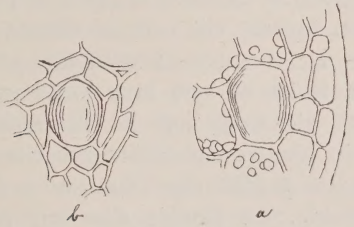

Fig. 25. Zimt, Cinnamomum ceylanicum L. Oelschläuche a in der primären Rinde, b im Weichbast.

Zeit lebhaftester Thätigkeit des Cambiumringes, während deren sich die Rinde leicht vom Holzkörper abschälen läßt, über dem Boden ab, versieht sie nach Entfernung der Blätter in bestimmten Abständen mit Ringelschnitten und schlitzt durch zwei Längsschnitte die Rinde auf. Mittels eigener Messer wird dann die letztere in zwei Hälften abgelöst, und endlich der Korkmantel, die äußerste Gewebelage der Rinde, beim Ceylonzimt auch das primäre Rindenparenchym bis zu dem Sklerenchymmantel aus Bastfasern und Sklerenchymzellen, der primäre Rinde und Bast von einander scheidet, noch durch Schaben mit Messern oder Hobel entfernt. Darauf folgt das Trocknen; im Verlaufe desselben werden noch die Röhren ineinander gesteckt. Während des Trocknungsprozesses färbt sich die ursprünglich weiße Rinde rotbraun.

Senf.

Den Senf liefern uns zwei bei uns als Ackerunkräuter wild vorkommende Gewürzpflanzen aus der Familie der Cruciferen, der weiße Senf, Sinapis alba L., und der schwarze Senf, Brassica nigra Koch. Beide sind niedrige Kräuter mit gelben, in Trauben stehenden Blüten, ersteres mit gefiederten, letzteres mit teils leierförmig fiederspaltigen, teils — die oberen — lanzettlichen ganzrandigen Blättern. Die Blüte ist nach dem Cruciferentypus gebaut, besitzt also vier Kelch- und vier Kronenblätter, zwei kürzere und vier längere Staubfäden und einen Stempel. Die Frucht ist eine zweifächerige Schote, deren Klappen bei Brassica einnervig, bei Sinapis alba mit fünf starken Nerven versehen sind.

Das Gewürz des Handels liefern die Samen, welche aus dem von der Samenschale umschlossenen Embryo bestehen. Die Zellen des letzteren — die Schale ist wertlos — enthalten neben Protoplasma viel Aleuronkörner und Fett in kleinen Tropfen. Die wesentlichsten Bestandteile des Embryos aber sind zwei Glykoside, und zwar enthält der Samen des weißen Senfes Sinalbin, der des schwarzen Senfes myronsaures Kali. Durch das gleichzeitig in den Samen vorhandene, wahrscheinlich aber örtlich von den Glykosiden getrennte Enzym Myrosin werden beide Glykoside gespalten. Dabei liefert Sinalbin neben Zucker Sinalbinsenföl und saures schwefelsaures Sinapin; myronsaures Kali dagegen zerfällt in Zucker, Allylsenföl und saures schwefelsaures Kali.

Das Sinalbinsenföl, $C_7H_7O.NCS$, ist geruchlos, schmeckt aber außerordentlich scharf, das Allylsenföl, $C_3H_5.NCS$, dagegen vereinigt mit dem scharfen Geschmack auch

den charakteristischen Senfölgeruch. Auf der Entstehung dieser beiden Senföle beruht die Verwendung der Senfkörner als Würzen, besonders zur Bereitung des Tafelsenfs. Zum letzteren Zweck wird ein Gemisch von gemahlenem schwarzen und weißen Senf mit Most (Mostrich) oder Essig angerührt, wobei das Myrosin sowohl wie die Glykoside gelöst werden und zusammentreffen. Es tritt dann die geschilderte Spaltung ein, welcher der Tafelsenf seinen Geschmack und Geruch verdankt. Auch wo die unzerkleinerten weißen Senfsamen als Gewürz verwendet werden (beim Einmachen u. s. f.), da beruht ihre Anwendung auf der beim Absterben der Samen eintretenden Wirkung des Enzyms auf das Glykosid.

Hopfen.

Nur kurz erwähnen wir das Gewürz, das bei der Bierfabrikation eine wichtige Verwendung findet, den Hopfen, die verblühten und getrockneten weiblichen Blütenstände der Urticacee Humulus lupulus L., die in Deutschland nicht nur einheimisch ist, sondern für die Deutschland auch das weitaus wichtigste Produktionsgebiet ist.

Der Hopfen ist eine bis 5 m hoch windende ausdauernde Staude mit gegenständigen drei- bis fünflappigen Blättern und zweihäusigen Blüten. Nur die weiblichen Pflanzen liefern das Gewürz. Die weiblichen Blüten stehen in der Achsel kleiner Vorblätter, deren zwei jedesmal wieder von einem größeren Deckblatt, dem einen Nebenblatte eines unterdrückten Laubblattes, umhüllt werden. Das Ganze bildet einen ziemlich komplizierten Blütenstand, der äußerlich die Form eines kurzen Zapfens besitzt. Nach der Blüte erfahren auch ohne Befruchtung der

weiblichen Blüten die Deck- und Hüllblätter ein starkes Wachstum. Zugleich vergrößern sich die schon vorher auf den Vorblättern sowie auf dem Perigon vorhandenen Drüsenhaare und sondern ein gelbliches ätherisches Oel ab, das zwischen Cuticula und Celluloseschichten der Außenwand eingelagert wird und die erstere emporwölbt. Die Lupulindrüsen (Fig. 26) werden schließlich mit bloßem

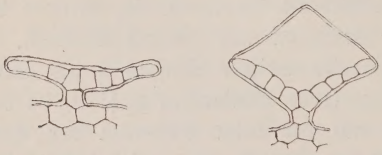

Fig. 26. Hopfendrüsen (Lupulindrüsen), links vor, rechts nach der Sekretion des Oels. (Nach de Bary.)

Auge sichtbar und enthalten neben ätherischem Oel noch gewisse harzige Substanzen, welche für den Brauprozeß von großer Bedeutung sind.

Sobald die weiblichen Zapfen ausgewachsen sind, werden sie gepflückt und getrocknet und bilden in diesem Zustande das Gewürz, mit dem die Bierwürze vor der Vergärung gekocht wird.

Fünftes Kapitel.

Fettes Oel und Wachs liefernde Pflanzen.

Der Grund, weshalb wir zwei anscheinend so verschiedene Körper wie fettes Oel und Wachs hier vereinigen, ist in erster Linie ein Zweckmäßigkeitsgrund, da das vegetabilische Wachs von ziemlich geringer Be-

deutung und daher nur kurz zu behandeln ist. Dazu kommt aber, daß beide Klassen von Körpern in ihrer chemischen Struktur nicht gar so sehr verschieden sind. Die fetten Oele sowohl wie die Pflanzenwachsarten sind Säureester des Glycerins. In den fetten Oelen ist besonders Oelsäure, in den Wachsarten Palmitinsäure vorhanden.

I. Wachspflanzen.

Wachs ist eine überaus häufige Ausscheidung auf der Epidermis und bildet ein gewöhnliches Schutzmittel der Pflanzen gegen zu starke Wasserverdunstung. Der blaue Reif auf den Zwetschen, auf Kohl-, Tulpen- und Nelkenblättern besteht aus der Cuticula aufgelagerten Wachs-

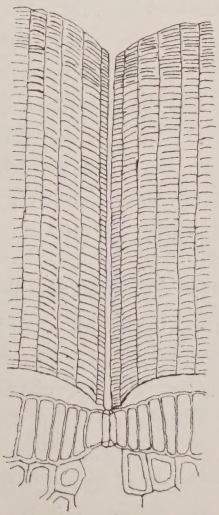

Fig. 27. Ceroxylon Klopstockiae Mart. Querschnitt durch Epidermis und Wachskruste. (Nach de Bary.)

körnchen. Eine vollständige, aber dünne Schicht bildet die Wachsausscheidung auf dem daher glänzenden Laub der Lebensbäume (Thuja und Biota) sowie auf vielen Succulenten (Sempervivum, Cacteen) u. s. f. Bei anderen Pflanzen, z. B. beim Zuckerrohr, sitzen dicht gedrängte Wachsstäbchen der Epidermis auf.

Zur technischen Gewinnung aber eignen sich solche Wachsüberzüge nur, wenn sie besonders stark entwickelt sind, und das ist nur in seltenen Fällen der Fall. So liefern die Stämme der auf den Cordilleren Südamerikas einheimischen Wachspalme, Ceroxylon andicola H. B. Kth., das sogenannte Palmwachs, das in Form von Krusten von den Stämmen dieser Palme abgeschabt wird. Andere Arten, z. B. C. Klopstockiae Mart. (Fig. 27) verhalten sich ebenso. Das Carnaubawachs bildet eine weiße Schicht auf beiden Seiten der jungen Blätter von der in den feuchten Niederungen Brasiliens einheimischen Fächerpalme Copernicia cerifera Mart. Nur über den Spaltöffnungen ist die Schicht unterbrochen. Von den getrockneten Blättern löst sich der Wachsüberzug beim Schütteln in Schüppchen ab, die gesammelt und durch Schmelzen vereinigt werden.

II. Fettes Oel liefernde Pflanzen.

Fettes Oel findet sich fast ausschließlich, jedenfalls ausschließlich in Mengen, welche die Gewinnung lohnen, in Speicherorganen der Pflanze abgelagert. In Knollen ist es sehr selten. Ebenso auch im Fruchtfleische saftiger Früchte, obgleich es immerhin aus mehreren solchen Früchten gewonnen wird (Olive, Oelpalme). Dagegen ist es um so häufiger als Reservestoff in den Pflanzensamen, vielleicht in der Mehrzahl derselben, enthalten und wird

aus diesen, in denen es die Stärke ersetzt, vielfach gewonnen.

In allen genauer untersuchten Fällen ist das Oel in feinster Verteilung, in Form kleinster Tröpfchen, dem Protoplasma der Zellen eingelagert. Nur bei den Fruchtfleischzellen der Olive scheint es in größeren Tröpfchen vorhanden zu sein, die aber auch dem Protoplasma eingelagert sind. Aehnlich verhält sich auch wohl das Oel im Fruchtfleisch der Oelpalme. Zur Gewinnung werden die ölhaltigen Pflanzenteile im Ganzen oder nach vorheriger Zerkleinerung in Pressen einem Druck unterworfen, durch den die Oeltröpfchen aus den Zellen ausgepreßt werden; sie vereinigen sich dann zu größeren Oeltropfen, die abfließen. Bei geringerem Oelgehalt, z. B. aus den Preßrückständen, kann das noch vorhandene Oel auch durch Extraktion mit dem leicht flüchtigen Schwefelkohlenstoff oder durch Behandeln mit heißem Wasser und nochmaliges Auspressen gewonnen werden. Auf dem abfließenden Preßsaft sammelt sich dann das Oel zu einer Schicht.. So werden übrigens nur minderwertige Brenn- und Schmieröle gewonnen.

Oel wird gewonnen aus den Samen der bei uns einjährigen, in ihrem Vaterland (Ostindien) aber ausdauernden Ricinusstaude, Ricinus communis L., die zu den Euphorbiaceen gehört, aus den Samen der Baumwollenarten und des Lein, aus Haselnüssen und aus den Samen der als Walnüsse bezeichneten Steinfrüchte von Iuglans regia L., dem Walnußbaum, aus den Samen der Rotbuche, Fagus sylvatica L. u. s. w. Wir betrachten hier nur einige wichtige Oellieferanten, die im Fruchtfleisch der Steinfrüchte Oel enthaltende Olive und Oelpalme so-

wie die ölhaltigen Samen der Cocospalme, Erdnuß, des Sesam und Raps.

Die Olive, Olea europaea L.,

zur Familie der Oleaceen gehörig, ist ein Baum oder hoher Strauch, etwa vom Habitus einer Weide (Fig. 28).

Fig. 28. Olea europaea L. Blühender Zweig. Rechts unten eine Steinfrucht, geöffnet, um den Stein zu zeigen.

Die Blätter sind lanzettlich, gegenständig, immergrün. Die Blütenstände sind zusammengesetzte Trauben, ähnlich denen des in Hecken bei uns viel gepflanzten, ebenfalls zu den Oleaceen gehörigen und dem Oelbaum ziemlich nahestehenden Liguster, Ligustrum vulgare L. Der grüne Kelch ist vierzähnig; die weiße Krone ist kurzröhrig und besitzt vier Lappen. Staubblätter zwei. Der zweifächerige Fruchtknoten mit einer Samenknospe in jedem Fach entwickelt sich nach der Bestäubung zu einer durch Fehlschlagen der einen Samenknospe einsamigen, zwetschenähnlichen, reif schwärz-

lichen Steinfrucht. Nach der Größe der letzteren und nach ihrem Oelgehalt unterscheidet man zahlreiche Sorten.

Der wilde Oelbaum ist mit Sicherheit kaum bekannt. Man bezeichnet als solchen gewöhnlich einen Kulturflüchtling (var. Oleaster DC.), der sich durch dornige, vierkantige Zweige und kleinere Früchte von den Kulturformen unterscheidet, und der in den alten Produktionsstätten des Olivenöls, Griechenland und Italien, sehr häufig ist. Bei mangelnder Pflege soll die Kulturfom leicht in diese „wilde" Form übergehen. Eine kritische Untersuchung über das Verhältnis der Olea europaea var. sativa DC. zu der var. Oleaster DC. fehlt indessen noch. Jedenfalls stammt der Oelbaum aus dem Orient.

Die Früchte reifen in Südeuropa, dem Hauptproduktionsgebiet, von November bis Januar und werden dort auch eingesalzen gegessen. Von dem Oel unterscheidet man verschiedene Sorten.

Das beste Speiseöl, Jungfernöl, gewinnt man durch kaltes Auspressen des entsteinten Fruchtfleisches. Durch stärkeres Pressen in der Wärme wird aus den Preßrückständen dieser ersten Pressung eine geringere Oelsorte gewonnen. Eine größere Oelausbeute, aber auch ein minderwertiges Oel erhält man durch starkes Auspressen der ganzen Früchte, nachdem dieselben vorher in Haufen eine Gärung durchgemacht haben. Dabei vereinzeln sich die Fruchtfleischzellen, die infolgedessen beim Pressen ihren Oelgehalt viel gründlicher entleeren; zugleich aber werden auch die Steinkerne zerdrückt und die Samen ausgepreßt, die ebenfalls Oel enthalten. Mit heißem Wasser behandelt, geben die Preßrückstände eine weitere Quantität Oel. Die grüne Farbe manchen Olivenöls rührt von

einem geringen Chlorophyllgehalt her und ist die Folge der Verwendung unreifer (grüner) Früchte zur Oelbereitung. Frisch gepreßtes Olivenöl ist trübe und klärt sich erst unter Absetzen eines Bodensatzes bei längerer Aufbewahrung und wiederholtem Abziehen.

Oelpalme.

Ebenso wie die Olivenfrucht enthält auch die Steinfrucht der Oelpalme, Elaeis guineensis L., nicht nur in

Fig 29. Oelpalme, Elaeis guineensis L.

ihren Samen, sondern auch im Fruchtfleisch Oel. Sie ist eine einhäusige, bis 20 m hohe Fiederpalme, deren weib-

liche Blütenkolben im unteren Teil, deren männliche im oberen Teil der Blattkrone entspringen. Der Stamm ist mit den Basen der abgefallenen Blätter besetzt (Fig. 29). Die orangerote einsamige Steinfrucht hat die Größe und Gestalt kleiner Pflaumen. Sowohl durch Auspressen des gelblichen, nach Veilchen riechenden fleischigen Mesocarps wie der Samen wird das sog. Palmöl, eine mindere Qualität auch durch Auskochen der Preßrückstände gewonnen. Uebrigens ist das aus den Palmkernen, also dem Samen gewonnene Oel weit feiner als das des Fruchtfleisches. Die Heimat des für unsere afrikanischen Kolonien sicher sehr wichtigen Baumes ist das tropische Afrika, wo er auch vielfach kultiviert wird.

Cocosnuß.

Das Cocosnußöl wird gewonnen aus dem festen Endosperm der Cocosnuß, das als sogenannte Copra in den Handel kommt. Die Cocosnußpalme, Cocos nuci-

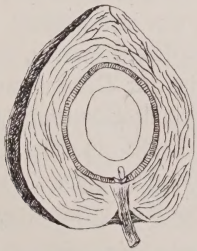

Fig. 30. Cocosnuß, Cocos nucifera L. Längsschnitt durch eine Frucht.

fera L., ist ein bis 20 m und mehr hoher Baum mit glattem Stamm und langen Fiederblättern, einheimisch in Südasien und auf dem Malayischen Archipel, jetzt aber

durch die Kultur in allen Tropenländern verbreitet. Der aus einer Blattachsel entspringende Blütenstand ist ein verzweigter Kolben, der an der Basis der dreikantigen Kolbenäste weibliche, weiter oben männliche Blüten trägt. Die Frucht (Fig. 30) ist eine Steinfrucht mit faserigem Mesocarp. Die Steinschale umschließt, wie bei allen Palmen, ein großes, ölreiches Endosperm. Dasselbe ist fest mit dem Endocarp verwachsen und umschließt eine Höhlung, in der sich meist noch ein flüssiger Teil des Nährgewebes, die sogenannte Cocosmilch, findet. In einer Höhlung des festen Endosperms liegt der relativ kleine Embryo. Der feste Teil des Endosperms samt der mit ihm verwachsenen Steinschale bildet die Copra, aus der durch Auspressen das Cocosnußöl gewonnen wird. Die Preßrückstände dienen als Viehfutter.

Andere Oelpflanzen.

In Deutschland liefert der Raps, Brassica napus L., eine ehemals mehr als jetzt gebaute zweijährige Kulturpflanze aus der Cruciferen-Familie, in seinen Samen das wichtigste Rohmaterial zur Oelgewinnung. Die Zellen des Embryos sind erfüllt mit Aleuronkörnern, zwischen denen ein mit feinen Fetttröpfchen durchsetztes Netzwerk von Protoplasma sich hindurchzieht (Fig. 31). Durch Auspressen werden 30 bis 35 % Oel gewonnen.

Zu den Schmetterlingsblütlern gehört die Erdnuß, Arachis hypogaea L., ein einjähriges Kraut mit einfach gefiederten Blättern mit zwei Paar Fiederblättchen und mit armblütigen Trauben (Fig. 32). Nach dem Verblühen streckt sich der anfänglich kurze Blütenstiel und biegt sich

abwärts, so daß der schwellende Fruchtknoten in die Erde eindringt. Die in der Erde reifende Frucht ist eine dicke,

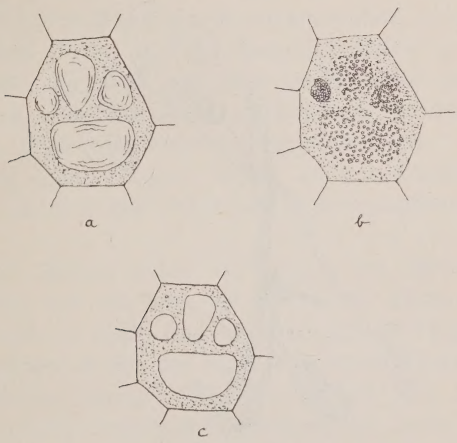

Fig. 31. Raps, Brassica napus L. Zellen aus den Keimblättern des Samens, a in Glycerin, b in Wasser, c in Essigsäure liegend. In a sind die Aleuronkörner unversehrt. In b ist die Grundsubstanz derselben gelöst, und sind nur Körnchen unorganischer Natur (Globoide) zurückgeblieben. In c sind auch diese gelöst und ist nur das ölhaltige Protoplasmanetz zurückgeblieben.

meist zweisamige netzaderige Hülse mit erbsengroßen, ölreichen Samen. Die Heimat der in wildem Zustande unbekannten Erdnuß ist wohl Brasilien, wo nahe verwandte Arten vorkommen. Die Kultur ist über sämtliche Tropenländer verbreitet. Die nahrhaften Samen dienen als Nahrungsmittel, und es werden aus ihnen durch Pressen 30 bis 55 % eines dem Olivenöl an Wert wenig nachstehenden fetten Oeles gewonnen.

Auch die zu den Pedaliaceen, einer mit den Skrophulariaceen verwandten Familie, gehörige Sesam-

Fig. 32. Erdnuß, Arachis hypogaea L.

pflanze, Sesamum indicum L., deren Heimat im tropischen Asien oder Afrika zu suchen, die aber als Kulturpflanze in den Tropen weit verbreitet ist, liefert in ihren Samen ein geschätztes Speiseöl. Die Ausbeute kann bis 56 % betragen. Die Pflanze ist einjährig. Die denen des Fingerhuts ähnlichen Blüten stehen einzeln in den Achseln der Laubblätter. Die Frucht ist eine zweifächerige, vielsamige Kapsel. Die Preßrückstände werden wie die der Erdnuß als Viehfutter benutzt.

Sechstes Kapitel.

Faserpflanzen.

Die dem Pflanzenreich entstammenden, in der Textilindustrie sowie in der Papierfabrikation gebrauchten Fasern sind nicht nur sehr verschiedenen Ursprungs, sondern auch von sehr verschiedenem morphologischen Wert. Nach dem letzteren unterscheiden wir

a) solche Fasern, welche an der Oberfläche von Pflanzenteilen sich finden und also Haarbildungen sind, und

b) Fasern, welche im Innern der Pflanzen vorkommen und das festigende Gerüst der Pflanzen bilden, und auch bei diesen letzteren finden wir Verschiedenheiten, je nachdem es sich um reine Faserbündel, Teile von Gefäßbündeln dikotyler Pflanzen, handelt oder um ganze Gefäßbündel monokotyler Pflanzen, in denen die central gelegenen Holz- und Weichbastgewebe umscheidet sind von einem Faserring. Wir behandeln also:

1. Die technisch benutzten Haarbildungen, fast ausnahmslos von Pflanzensamen stammend, unter ihnen als wichtigsten Textilstoff die Baumwolle;

2. Bastfasern dikotyler Pflanzen, Flachs, Hanf, Jute, Ramie u. s. w.

3. Gefäßbündel monokotyler Pflanzen, den neuseeländischen Flachs, Coir, Manilahanf u. s. w.

Entsprechend der verschiedenen Dislokation der Fasern in resp. an der Pflanze ist natürlich auch ihre technische Gewinnung eine verschiedenartige. Während Haargebilde einfach durch Abreißen an der Ursprungsstelle gewonnen werden und an sich schon vereinzelt sind,

gilt es, die im Gewebeverband befindlichen Faserstränge der beiden letzten Kategorien aus dem Verband herauszulösen und bei der Verwendung zur Papierbereitung sogar noch in ihre einzelnen Elemente, in die Einzelfasern, zu zerlegen.

Die mechanischen Eigenschaften der Gespinnstfasern sind, sonstige Gleichheit aller Verhältnisse vorausgesetzt, um so besser, aus je reinerer Cellulose die Fasern bestehen. Im allgemeinen sind die Fasern um so zugfester, je weniger sie verholzt sind, und ebenso nimmt die Elasticität mit der Zunahme des Verholzungsgrades ab. Die Festigkeit der reinen Cellulosefasern kann fast diejenige des besten Stahles erreichen. Diese Beziehungen zwischen dem Verholzungsgrad und den mechanischen Eigenschaften ersieht man aus der folgenden, einer Arbeit von Sonntag entnommenen Tabelle:

Lufttrockene Faser von	Verholzungsgrad	Festigkeit	Elasticität
Flachs	14,29 %	110,4	10787
Hanf	15,05 „	91,8	7205
Manilahanf	29,20 „	67,1	6880
Phormium tenax	50,7 „	47,7	3493
Coir	58,4 „	28,9	377

I. Pflanzenhaare.

Baumwolle, Gossypium (Fig. 33).

Unter den Arten der Gattung Gossypium liefern mehrere in ihren Samenhaaren Textilfasern. Hauptsächlich sind es folgende vier:

1. Gossypium herbaceum L., die indische Baumwolle, deren Heimat unsicher, wahrscheinlich aber im östlichen Asien zu suchen ist;

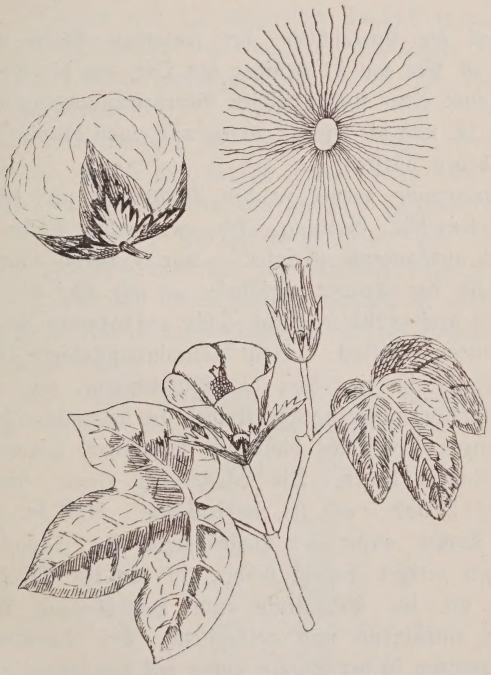

Fig. 33. Baumwolle, Gossypium herbaceum L. Blühender Zweig. Oben links eine aufgesprungene Kapsel, rechts ein Samen mit dem Haarfilz.

2. G. hirsutum L., Uplandbaumwolle, die einzige weißblühende Art;

3. G. barbadense L., die Sea-Island-Baumwolle,

welche die beste Qualität, Haare von 4 bis 5 cm Länge, liefert, und

4. G. peruvianum Cav., die südamerikanische Baumwolle.

Auf die Unterschiede der einzelnen Arten einzugehen, ist hier um so weniger der Ort, als die Gattung Gossypium einer systematischen Bearbeitung dringend bedürftig ist, und die jetzigen Arten nur einen provisorischen Wert haben dürften.

Gossypium gehört zu den Malvaceen und ist eine sehr artenreiche Gattung. Die genannten Arten sind sämtlich ausdauernde Kräuter — nur G. herbaceum wird außerhalb der Tropen einjährig — mit drei bis fünflappigen großen Blättern und — bis auf das weiß blühende G. hirsutum — gelben, einzeln blattwinkelständigen Blüten. Die Frucht ist eine drei bis fünffächerige, mit ebenso viel Klappen aufspringende Kapsel, in der zahlreiche, an der ganzen Oberfläche dicht mit einzelligen Haaren besetzte Samen liegen. Die Länge der Haare schwankt zwischen 2 und 5 cm (G. barbadense). Aus der geöffneten Kapsel quillt der Haarüberzug der Samen als mächtiger weißer Schopf hervor, in den der Wind eingreift, die im Verhältnis zum Haarüberzug kleinen Samen entführend und verbreitend. Bei G. herbaceum und hirsutum ist der Samen außer mit den langen weißen Haaren mit einem aus kurzen, für die Textilindustrie also wertlosen, gelblichen Haaren bestehenden Filz bekleidet.

Die Heimat der genannten Gossypium-Arten ist kaum noch mit Sicherheit festzustellen. Sie ist teils im tropischen Amerika, teils in Ostasien zu suchen. Heute ist

der Anbau über die Tropen der Alten und Neuen Welt verbreitet und ragt auch weit in die wärmeren gemäßigten Zonen hinein z. B. in Nordamerika. Gerade letzteres sowie Ostindien sind die wichtigsten Produktionsgebiete der Baumwolle, welche nicht nur den wichtigsten Textilstoff, sondern auch die wichtigste und wertvollste Waare des Welthandels bildet.

Die Gewinnung der Faser ist in ihren Grundzügen natürlich einfach und besteht ihrem Wesen nach im Losreißen der Fasern von den Samen (Egrenieren), was mit Hilfe eigener Maschinen geschieht. Die enthaarten Samen werden entweder zur Aussaat verwendet, oder es wird Oel aus ihnen gepreßt, worauf die eiweißreichen Rückstände (Baumwollsamenmehl) noch als Viehfutter Verwendung finden.

Wie schon erwähnt, ist die Baumwollenfaser (Fig. 34) stets einzellig. Ihre Wand besteht aus reiner

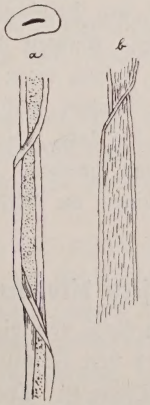

Fig. 34 Baumwollfaser a von Gossypium barbadense L. (oben ein Querschnitt), b von G. herbaceum L.

Cellulose und ist außen überzogen von einer dünnen Cuticula, wie sie alle Epidermisorgane der Pflanzen überzieht. Im Innern der Faser sind nur geringe Mengen von Plasmaresten vorhanden. Schon bei der Fruchtreife ist das Plasma der Fasern tot und ihr Inneres mit Luft erfüllt. Charakteristisch für die Baumwollfasern und daher wichtig als Unterscheidungsmerkmal von anderen Pflanzenfasern, insbesondere Flachs und Hanf, die auch aus Cellulose bestehen, ist das Vorhandensein einer Cuticula sowie ihre im Querschnitt abgeplattete Form, verbunden mit einer wenn auch manchmal nur schwachen Drehung um die Längsachse.

Da der Besitz von kürzeren und längeren Haaren bei Samen der verschiedensten Familien als Verbreitungsmittel nicht selten ist, so hat man mehrfach versucht, auch die Samenhaare anderer Pflanzen, auch unserer einheimischen Flora (Epilobium, Pappeln und Weiden, Eriophorum), als Gespinnstfasern zu verwenden, doch ohne Erfolg. Sie könnten höchstens als Polstermaterial Verwendung finden, wozu auch die Samenhaare des überall in den Tropen verbreiteten Wollbaumes, Ceiba pentandra (L.) Gärtn., einer Bombacee, mehr und mehr in Aufnahme kommen. Zu diesem Zweck wird der Baum in Neuguinea an Wegerändern vielfach bereits gebaut.

II. Bastfasern dikotyler Pflanzen.

Unter der großen Zahl von hierher gehörigen Faserpflanzen, die besonders den Familien der Papilionaceen, Malvaceen, Lineen, Tiliaceen, Apocyneen, Asklepiadeen, Urticaceen u. s. w. angehören, behandeln wir als die

wichtigsten nur den Flachs, Hanf, die Jute und die Ramiepflanze.

Lein, Flachs, Linum usitatissimum L.

Die Leinpflanze, zu den Linaceen gehörig, ist allgemein bekannt. Die Pflanze besitzt einen bis 1 m hohen einfachen, nach oben hin verästelten Stengel, der kleine lanzettliche, zerstreut stehende Blätter trägt und meist blau, seltener weiß blüht. Die Blütenteile, Kelch, Krone, Staubfäden sowie Fruchtknoten, sind fünfzählig. In der Kapsel ist indes jedes der fünf Fächer noch einmal durch eine unvollständige Scheidewand in zwei einsamige Fächer zerlegt, so daß die Kapsel scheinbar zehnfächerig ist.

Die Heimat des Flachses ist unbekannt, wie die der ältesten Kulturpflanzen überhaupt, jedenfalls aber in Asien zu suchen. Heute wird er überall gebaut und zwar besonders in zwei Formen:

1. L. usitatissimum vulgare Bönningh., der Dreschlein, mit höherem Stengel und Kapseln, welche geschlossen bleiben, und

2. L. us. crepitans Bönningh., der Spring- oder Klanglein, mit niedrigerem Stengel und aufspringenden Kapseln, in letzterer Beziehung also jedenfalls der Urform noch näher stehend.

Unser Flachs ist erst relativ spät nach Deutschland gekommen. Zur Zeit der Pfahlbauten war er noch nicht bekannt, vielmehr wurden damals Linum perenne L. und L. angustifolium Huds. gebaut. Ersteres ist bei uns einheimisch, wenn auch nicht häufig. L. angustifolium Huds. kommt in Südeuropa, in Westfrankreich und in Südengland vor und scheint auch heute noch gebaut zu werden.

Betrachten wir einen Flachsstengel auf dem Querschnitt, so finden wir ein centrales Mark, umgeben von einem mehr oder minder mächtigen Holzkörper, an dessen Außenseite der Cambiumring sich befindet, welcher stetig während der Vegetationsperiode Holzelemente nach innen, neue Phloëm- (Bast-) Elemente nach außen gebildet hat. Das Cambium ist demnach rings umscheidet vom Bast, auf den nach außen einige Lagen Rindenparenchymzellen und endlich die Epidermis folgen. Die Elemente, die uns hier allein interessieren, die Bastfasern, sind Teile des Phloëms und liegen in dem aus Siebröhren und Bastparenchymzellen bestehenden Weichbast in einzelnen, aber zahlreichen Gruppen. Die an der Außengrenze des Phloëms liegenden Gruppen von Bastfasern sind primären Ursprungs, sie sind direkt durch Differenzierung aus dem Meristem des Vegetationspunktes entstanden. Die weiter nach innen liegenden Fasergruppen dagegen sind sekundären Ursprungs und aus den Teilungsprodukten der Cambiumzellen hervorgegangen. Betrachten wir aufeinander folgende Querschnitte oder einen Längsschnitt durch den Bast, so werden wir finden, daß die isolierte Lage der einzelnen Faserbündel auf dem Querschnitt nicht durch den ganzen Stengel sich fortsetzt. Vielmehr hängen alle Faserbündel seitlich miteinander zusammen, so daß ihre Gesamtheit in der Oberflächenansicht das Bild eines sehr engmaschigen Netzes bildet. Die Maschen des Netzes sind von Weichbast ausgefüllt, die Fäden des Netzes werden von den Fasersträngen gebildet (vergl. Fig. 35, wo dasselbe für den Hanf dargestellt ist).

Es handelt sich zunächst darum, dieses Faserstrangnetz zu isolieren. Zu diesem Zwecke muß es, ohne selbst ge-

schädigt zu werden, aus dem Verbande mit den anderen Gewebezellen gelöst werden. Es ist nun aus der Pflanzenanatomie bekannt, daß im Gewebeverbande die einzelnen Zellwände von einander geschieden oder vielmehr zusammengehalten werden durch eine sogenannte Mittellamelle, deren chemische Zusammensetzung von der der Zellwände abweicht. Sie besteht in vielen Geweben, wie

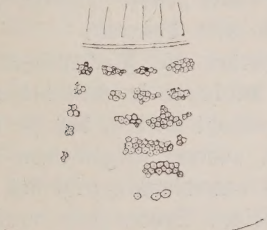

Fig. 35. Querschnitt durch die Rinde eines Hanfstengels, schematisch, die Verteilung der Faserstränge zeigend.

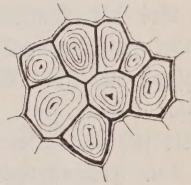

Fig. 36. Querschnitt durch eine Fasergruppe des Hanfes, stärker vergrößert. Die verholzte Mittellamelle der Fasern ist durch stärkere Zeichnung markiert.

Mangin neuerdings gezeigt hat, aus einer Kalkverbindung der Pektinsäure, so auch im Weichbast und Rindenparenchym des Flachses. Dagegen ist in den Faserbündeln die Mittellamelle, welche die aus reiner Cellulose bestehenden Fasern zusammenhält, verholzt (vergl. Fig. 36, Hanf). Demnach besteht der Kernpunkt bei der Aufgabe, die Faserstengel des Flachses und, wir fügen hinzu, auch der übrigen dikotylen Faserpflanzen zu isolieren, darin, die Mittellamellensubstanz des Parenchymgewebes in Lösung zu bringen und dadurch seine Elemente zu vereinzeln, so daß sie leicht entfernt werden können, ohne die Mittellamelle der Faserstränge anzugreifen. Erleichtert wird das durch

die erwähnte verſchiedene Zuſammenſetzung der Mittellamellen in den beiden Gewebeformen.

Es giebt nun verſchiedene Wege, das Ziel zu erreichen. Die älteſten Methoden, welche auch heute noch allgemein angewendet werden, ſuchen durch einen Gärungsprozeß den pektinſauren Kalk, der die Parenchymzellen zuſammenhält, zu zerſtören, und hierbei können wir wieder zwei Arten der „Röſte“ oder „Rotte“ unterſcheiden, die Waſſerrotte und die Land- oder Taurotte.

Bei der Waſſerröſte werden die Flachsſtengel in Bündel zuſammengebunden, welche ſo in ſtehendes oder langſam fließendes Waſſer gebracht werden, daß ſie vom Waſſer bedeckt ſind. Neben anderen Organismen entwickelt ſich dann, wie Fribes neuerdings gezeigt hat, ein auf den Flachsſtengeln in ſeinen Sporen ſtets vorhandener, nur bei Luftabſchluß gedeihender Bacillus, der das Vermögen hat, pektinſauren Kalk zu löſen und zu vergären (Fig. 37). Durch Anwendung warmen Waſſers läßt

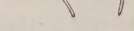

Fig. 37. Bakterium der Flachsröſte, zum Teil ſporenführend. Oben zwei iſolierte Sporen.

ſich der Gärungsprozeß natürlich beſchleunigen. Er iſt beendet, ſobald ſich die Baſtſtreifen leicht vom Holzkörper löſen laſſen. Läßt man die Gärung zu lange gehen, ſo wird der Flachs überröſtet, indem wahrſcheinlich auch die Mittellamellen der Faſerſtränge ſelbſt angegriffen werden.

Bei der Tauröſte wird der Flachs auf Feldern oder

Rasenplätzen ausgebreitet und unter öfterem Wenden mehrere Wochen lang liegen gelassen, bis der Endzweck, leichte Isolierung der Faser vom Holzkörper, ebenfalls erreicht ist. Auch hier ist unzweifelhaft ein Gärungsprozeß im Spiel, von dem der Wasserröste dadurch verschieden, daß die zu jeder Entwickelung von Gärungsorganismen nötige Feuchtigkeit von Regen und Tau geliefert wird. Welche Organismen dabei ins Spiel kommen, ist leider bisher noch nicht untersucht. Entsprechend der geringeren zu Gebote stehenden Wassermenge sowie der öfteren Unterbrechung des Gärungsprozesses durch trockenes Wetter verläuft die Taurotte bedeutend weniger schnell als die Wasserröste.

Zuweilen wendet man auch eine sogenannte gemischte Röste an, d. h. man leitet den Prozeß durch eine Kaltwasserröste ein, die man aber vor völliger Beendigung unterbricht, und läßt ihn durch Tauröste zu Ende führen.

Auf der Lösung der Parenchym-Mittellamellen beruhen auch die sogenannten chemischen Röstverfahren, unter denen wir nur das neueste, die Baur'sche Röste, nennen. Die Flachsstengel werden bei dieser zunächst mit verdünnter Säure (Schwefelsäure) und weiterhin nach genügendem Auswaschen mit verdünnten Alkalien behandelt. Es ist das weiter nichts als die praktische Anwendung des Mangin'schen Verfahrens zur Lösung der Mittellamellen, mit der einen Modifikation, daß Mangin als Säure Salzsäure anwandte. Das ist jedoch gleich: Die Säure zersetzt den pektinsauren Kalk, aus dem die Mittellamellen bestehen, und die Alkalien (Soda, Natron u. dergl.) verbinden sich mit der in Freiheit gesetzten Pektinsäure zu leicht löslichen Salzen. Die Folge ist

das Auseinanderfallen der Parenchymzellen. Ob diese Röste die Gärungsmethoden ersetzen wird, wie man hofft, wird die Zukunft entscheiden.

Nachdem nach einer dieser Methoden der Zusammenhang der Parenchymzellen gelockert und aufgehoben ist, werden sie durch Spülen und Waschen möglichst entfernt, und es erübrigt noch, auch den Holzkörper zu entfernen. Beim Flachs geschieht das durch Brechen, Klopfen und Schwingen desselben im trockenen Zustande. Endlich wird durch Hecheln das Netzwerk, das die isolierten Faserstränge noch immer bilden, in einzelne Stränge zerrissen; die längeren Faserstränge werden dadurch gleichzeitig parallel nebeneinander gelegt, die kürzeren nebst noch anhängenden Holzteilchen als Werg entfernt.

Die so gewonnene Flachsfaser, die also noch immer ein Faserbündel, bestehend aus vielen Einzelfasern, ist, ist natürlich um so wertvoller, je länger sie ist. Nach Wiesner schwankt die Länge zwischen 0,2 bis 1,4 m. Man wird natürlich um so längere Faserbündel zu erhalten Aussicht haben, je größer die Höhe des Flachses war. Zu diesem Zwecke sät man ziemlich dicht, weil Beschattung das Längenwachstum zu fördern geeignet ist, und auch die frühzeitige Verzweigung so hintangehalten wird.

Die Einzelzellen der Bastfaser sind 2 bis 4 cm lang, oft auch länger und in der Richtung des größten Durchmessers 0,015 bis 0,017 mm breit. Sie bilden Cylinder mit zugespitzten oder stumpfen Enden. Der Innenraum (Lumen) der Zelle ist sehr klein und fast immer auf eine dunkle Linie reduciert, die Wände sind dem-

entsprechend verdickt. Sie bestehen aus reiner Cellulose ohne eine Spur von Verholzung (Fig. 38).

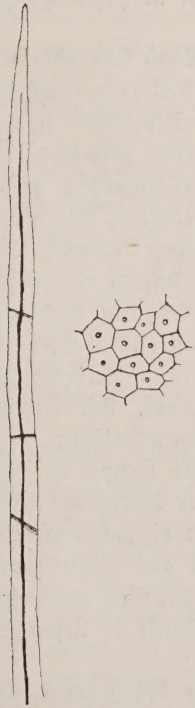

Fig. 38. Faserzelle des Flachses. Rechts ein Querschnitt durch eine Fasergruppe.

Die zur Papierfabrikation nötige weitere Zerlegung der Faserbündel in die Einzelfasern wird fast immer durch mechanische und chemische Mittel (Einwirkung starker Alkalilaugen bei hoher Temperatur), heute jedenfalls nur

sehr selten, früher allerdings häufiger durch einen Gärungsprozeß erreicht, den man die zur Papierfabrikation bestimmten Lumpen in hohen Haufen durchmachen läßt.

Der Hanf, Cannabis sativa L.

Der zu den Urticaceen gehörige Hanf ist eine bis 1,5 m hohe und entsprechend starke einjährige Pflanze mit zerstreut stehenden gefingerten Blättern. Die Teilblättchen sind schmal-lanzettlich, grob gesägt. Die Blüten sind getrennt geschlechtlich, und männliche und weibliche auf verschiedene Pflanzen verteilt. Die in Rispen stehenden männlichen Blüten besitzen ein fünfteiliges grünes Perigon, das fünf Staubfäden einschließt. Die weiblichen Blüten stehen gehäuft an der Spitze des Stengels und besitzen ein einblätteriges Perigon, das den einfächerigen Fruchtknoten einschließt. Die Frucht ist eine Nuß, die einen ölreichen Samen enthält.

Die Heimat des Hanfes ist jedenfalls das wärmere Asien. Jetzt wird er überall als Gespinnstpflanze gebaut, wobei seine Samen vielfach noch eine Nebennutzung erfahren, indem Oel aus ihnen gepreßt wird. Nur in Indien wird der Hanf nicht als Gespinnstpflanze, sondern als Narkotikum gebaut; er liefert dort den betäubenden Haschisch.

Die Bastfasern des Hanfes schließen sich bezüglich ihrer Lagerung im Stengel (Fig. 35 und 36) sowie bezüglich der Methoden ihrer Gewinnung durchaus denen des Flachses an. Bei der Wasserröste scheint ein anderes Bakterium thätig zu sein, was wohl damit zusammenhängt, daß die Intercellularsubstanz des Rindenparenchyms beim Hanf etwas anders konstituiert ist wie beim Flachs. Bei

der Land- oder Tauröste sind verschiedene Arten der Pilzgattung Mucor wesentlich beteiligt. Da die Stengel des Hanfes verhältnismäßig stark sind, so kann man bei ihnen bequem die durch Rösten vom Rindenparenchym getrennte Fasermasse direkt mit der Hand vom Holzkörper abziehen. Man gewinnt so den wertvollen Schleißhanf. Im übrigen ist auch die Gewinnung der Hanffaser genau so wie die der Leinfaser. Die Faser der früher erntereifen männlichen Pflanzen (Femelhanf) gewinnt man häufig getrennt von der der weiblichen (Mastel).

Die Fasern des Hanfes sind im allgemeinen entsprechend der größeren Höhe der Pflanze länger als die des Flachses. Die Einzelfasern unterscheiden sich von den Bastzellen des Leines durch abgestumpfte Enden, weiteres Lumen sowie dadurch, daß sie schwach verholzt sind, wenn sie auch noch die Cellulosereaktionen geben.

Rameh (Ramie, Chinagras)

ist eine Faser, welche von verschiedenen Varietäten der zu den Urticaceen gehörigen Boehmeria nivea Gaud. geliefert wird. Von der Gattung Urtica, deren größter einheimischer Vertreter, die große Brennessel, Urtica dioica L., ebenfalls eine gute Gespinnstfaser liefert, unterscheidet sich Boehmeria durch den Mangel der Brennhaare. Die in China einheimische Pflanze wird dort, in Japan, auf den Sundainseln und in anderen tropischen Ländern (Südliche Staaten Nordamerikas, Algier) kultiviert. Sie ist eine perennierende Staude, die bis 2 m hoch wird. Die Stengel können zwei- bis dreimal im Jahre geerntet werden.

Auch hier werden die Bastfasern der Rinde am besten

durch einen allerdings länger dauernden Gärungsprozeß wie bei Flachs und Hanf gewonnen. Um die Entfernung schneller durchzuführen, schält man auch die Rinde in Streifen vom Holzkörper ab. Diese Streifen bestehen auf der Innenseite aus dem Bastteil des Gefäßbündelkörpers, der nach außen von Rindengewebe, einem starken Collenchymmantel und der Epidermis bedeckt ist. Der Bastteil mit den Fasersträngen läßt sich von den letzteren Geweben leicht abziehen. Aber die so gewonnene Rohfaser (Chinagras) enthält neben den Bastfasern noch Bastparenchym und Siebröhren, die auf mechanischem Wege schwer zu entfernen sind. Neuerdings hat man zur Reinigung der Faser Maschinen konstruiert, die angeblich günstige Erfolge aufweisen.

Die reine Faser ist außerordentlich fest und von reinweißer Farbe; im Glanz ähnelt sie der Seide. Ihre Zugfestigkeit ist fast doppelt so groß wie die des russischen Hanfes. Ihre Wandung besteht aus fast reiner Cellulose. Die Länge der Faserzellen kann bis 22 cm betragen. Wegen ihrer leichten Spinnbarkeit und des seideähnlichen Aussehens wird die Ramiefaser bei uns meist zu Textilzwecken (Nesseltuche) gebraucht.

Jute (Corchorus capsularis L. und C. olitorius L.)

Die Jute ist die Bastfaser der beiden in der Ueberschrift genannten, in Vorderindien einheimischen Corchorus-Arten, besonders von C. Capsularis L., während C. olitorius mehr als Gemüsepflanze kultiviert wird. Die Gattung Corchorus gehört zu den Tiliaceen. Beide Stammpflanzen sind einjährig und erreichen bis zu 2,5 m Höhe. Das Hauptproduktionsgebiet ist Bengalen.

Von den bisher behandelten Bastfasern unterscheidet sich die Jutefaser in erster Linie durch ihre starke Verholzung. Die Länge der einzelnen Faserzellen ist im Verhältnis zu den anderen Textilfasern nur gering und schwankt nach Wiesner zwischen 0,8 und 4,1 mm. Isoliert wird die Faser durch eine Wasserröste und darauffolgendes Abziehen der von der Rinde und dem Bastparenchym befreiten Faser vom Holzkörper.

Die Jute dient besonders auch zur Fabrikation grober Gewebe, aus denen Transportsäcke gemacht werden.

III. Ganze Gefäßbündel monokotyler Pflanzen.

Die Umscheidung von Holz- und Bastteil der Gefäßbündel durch einen Ring von stets mehr oder weniger verholzten Sklerenchymfasern ist bei den Monokotylen sehr verbreitet, und so ist auch die Zahl der in diesen Gefäßbündeln Textilfasern liefernden Gewächse unter den Monokotylen groß. Wir betrachten nur kurz einige derselben.

Der Manilahanf, dessen Produktionsgebiet vorzüglich die Philippinen sind, wird gebildet von den Gefäßbündeln der Blattstiele verschiedener Bananenarten, besonders der auf den Philippinen einheimischen und gebauten Musa textilis Nees. Alle Bananen, von denen einige ja auch bei uns als Zierpflanzen kultiviert werden, sind Stauden mit niedrigem knolligem Stamm und großen Blättern (Fig. 17. S. 66). Die langen, zusammengerollten und dicht aneinander schließenden Scheiden der letzteren gleichen täuschend einem Stamm, der bis 10 m hoch werden kann. In Wirklichkeit ist der von den Blattscheiden vorgetäuschte

Stamm ein hohler und oben offener Cylinder. Der vom wirklichen knolligen Stamm entspringende Blütenschaft durchwächst diese Höhlung und bildet eine endständige Traube.

Die Gefäßbündel stehen auf dem Querschnitt der Blattscheiden zerstreut, umgeben von Parenchymgewebe. Zur Entfernung des letzteren läßt man die Blattscheiden in Wasser kurze Zeit faulen, oder aber man zieht dieselben unter einem Messer hindurch, welches das Parenchym mechanisch entfernt.

Aehnlich werden die Gefäßbündel der Blätter von verschiedenen Agaven (darunter von Agave Sisalana Perr., als Sisalhanf), von der Amaryllidee Fourcroya gigantea Vent. als Mauritiushanf, von verschiedenen Bromeliaceen, unter anderen auch von der Ananas, als Ananasfaser gewonnen. Dagegen besteht die aus den Blättern der in Neuseeland einheimischen, jetzt auch an anderen Orten viel gebauten Liliacee Phormium tenax Forst. (Neuseeländischer Flachs) gewonnene Gespinnstfaser wesent-

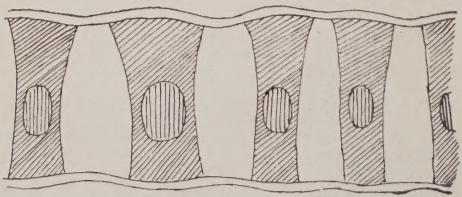

Fig. 39. Querschnitt durch ein Blatt von Phormium tenax L. Die Faserzüge sind durch schräge Schraffierung bezeichnet.

lich aus den subepidermalen, gefäßbündelfreien Bastbelegen (Fig. 39).

Eine typische Gefäßbündelfaser ist der von der Frucht

der Cocosnußpalme (Cocos nucifera L.) stammende Coïr, der ausschließlich aus den durch einen Röstprozeß isolierten Gefäßbündeln des Mesocarps der fälschlich als „Nuß" bezeichneten Steinfrucht dieser Palme besteht und zu Matten, Seilen u. s. w. verwendet wird (Fig. 30 S. 107).

Siebentes Kapitel.

Kautschukpflanzen.

Wir fassen in diesem Kapitel die Pflanzen zusammen, welche Kautschuk und Guttapercha liefern.

In chemischer Beziehung sehr nahe verwandt, unterscheiden sich Kautschuk und Guttapercha wesentlich durch ihre physikalischen Eigenschaften.

Der wesentliche Bestandteil beider hat die gleiche chemische Zusammensetzung, die der empirischen Formel C_5H_8 entspricht, und besitzt auch die gleichen Löslichkeitsverhältnisse gegenüber den verschiedensten Lösungsmitteln. In Schwefelkohlenstoff, Benzol, Chloroform und Terpentinöl ist er leicht löslich. Der Kautschuk löst Schwefel, wenn er mit fein gepulvertem Schwefel bei höherer Temperatur durchgeknetet oder mit Lösungen von Schwefel in Schwefelkohlenstoff oder Chlorschwefel behandelt wird, und gewinnt dadurch an Festigkeit. In der Technik nennt man dieses viel angewandte Verfahren Vulkanisieren.

Kautschuk ist bei gewöhnlicher Temperatur zäh und elastisch, Guttapercha dagegen hart und kaum elastisch. Letztere wird erst beim Erwärmen auf 100° weich und plastisch.

Beide sind Nichtleiter der Elektricität, und diese Eigenschaft nebst dem physikalischen Verhalten macht die Guttapercha zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel in der Elektrotechnik zum Isolieren von Leitungen (Kabel).

In der Natur kommen beide Körper als Bestandteile des Milchsaftes gewisser Pflanzen vor und werden ausschließlich aus diesen gewonnen. Sie sind in dem

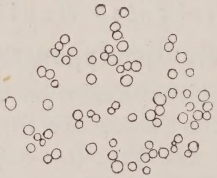

Fig. 40. Milchsaft von Ficus elastica L. Nur die Kautschuktröpfchen sind sichtbar.

Milchsaft in ähnlicher Form enthalten, wie das Fett in der Milch, also in Form kleinster Tröpfchen in der sonst klaren Flüssigkeit verteilt (Fig. 40).

A. Kautschuk.

1. Stammpflanzen.

Kautschukhaltige Milchsäfte enthalten Angehörige zahlreicher Familien, insbesondere Euphorbiaceen, Apocyneen, Asklepiadeen und Moraceen. Selbst unsere einheimischen Kompositen mit weißem Milchsaft, z. B. Sonchus arvensis, enthalten Kautschuk, freilich in zu geringen Mengen, als daß sich die Gewinnung desselben lohnen könnte. Zur technischen Verarbeitung auf Kautschuk verwendet man nur den Milchsaft relativ weniger Pflanzenarten.

Den Para-Kautschuk, die beste Sorte des Handels, liefert Hevea brasiliensis Müll. Arg., eine Euphorbiacee Brasiliens, die im Inundationsgebiet des Amazonenstromes die beste Qualität von Kautschuk liefert. Auch andere Arten der in Südamerika heimischen Gattung Hevea, insbesondere H. guianensis Aubl. (bekannter unter dem Namen Siphonia elastica Pers.) liefern Kautschuk.

Die Hevea-Arten sind ansehnliche Bäume mit dreizähligen Blättern und unscheinbaren getrennt-geschlechtlichen Blüten, die in Rispen angeordnet sind. Die Früchte sind mehrsamige Kapseln, deren Außenwand fast fleischig ist. Bei der Reife springen sie mit großer Energie plötzlich auf, so daß die Samen weit fortgeschleudert werden. Kulturversuche mit Hevea brasiliensis an anderen Orten haben zufriedenstellende Ergebnisse nicht geliefert.

Der Milchsaft ist bei den Hevea-Arten in vielverzweigten sogenannten gegliederten Milchröhren enthalten, die durch Verschmelzung ursprünglich getrennter Zellen entstehen, indem die trennende Wand aufgelöst wird. Sie verlaufen besonders in der Rinde. Dementsprechend wird der Milchsaft, der zur Bereitung des Kautschuks dient, einfach durch Verwunden der Rinde gewonnen. Aus den Einschnitten fließt der Milchsaft aus und wird dann in verschiedener Weise weiter bearbeitet.

Den Ceara-Kautschuk liefert eine andere Euphorbiacee Brasiliens, Manihot Glaziovii Müll. Arg., eine Gattungsangehörige des unter den Nahrungspflanzen bereits behandelten Maniokstrauches, Manihot utilissima Pohl. M. Glaziovii ist ein Baum oder vielmehr Strauch der Steppen von Nordostbrasilien mit großen, tief-fingerteiligen Blättern. Die Wurzeln sind oft, wie bei seinem Verwandten,

verdickt und stärkereich, und wie bei diesem enthalten alle Teile der Pflanze Blausäure. Der Milchsaft kommt in ähnlichen Röhren (Fig. 41) und in derselben Verteilung wie bei Hevea vor und wird in derselben Weise gewonnen.

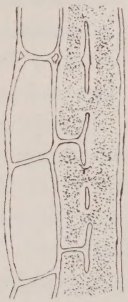

Fig. 41. Milchröhre von Manihot Glaziovii.

Andere Kautschukpflanzen Amerikas sind Castilloa elastica Cerv., eine Moracee Mittelamerikas, die den centralamerikanischen Kautschuk liefert, und die Apocynee Hancornia speciosa Gom., ein Bäumchen Brasiliens mit eßbaren Beerenfrüchten, die Stammpflanze des Mangabeira-Kautschuks. Castilloa ist ein hoher Baum mit kurzgestielten großen Blättern, der zweierlei Zweige bildet, bleibende mit spiralig gestellten, abfallende mit wechselständigen Blättern. Sie wird wegen der vorzüglichen Qualität des von ihr gelieferten Kautschuks auch in Westindien angebaut. Auch bei diesen beiden Arten verlaufen die hier ungegliederten d. h. durch Auswachsen einer einzigen Zelle, die sich vielfach verzweigt, entstandenen Milchröhren in der Rinde, besonders im sekundären Bast.

In Südasien hat einer der bekanntesten Kautschuk-

lieferanten, die als „Gummibaum" so häufig im Zimmer kultivierte Ficus elastica Roxb., seine Heimat. In den feuchten Wäldern Ostindiens, in Hinterindien und auf Java bildet der Gummibaum Bäume von ganz kolossaler Entwickelung, die besonders durch die hohen, leistenförmig über den Boden ragenden und weithin kriechenden Tafelwurzeln auffallen. Außerdem wird er kultiviert. Auch hier, wie bei den anderen Moraceen, ist der kautschukhaltige Milchsaft in ungegliederten, in der Rinde überall verlaufenden, vielverzweigten Röhren (Fig. 42) eingeschlossen,

Fig. 42. Milchröhre aus einem Blattstiel von Ficus elastica L., durch Fäulnis isoliert. Der Inhalt ist geronnen.

aus denen er bei Einschnitten in die Rinde austritt. Der gewonnene Kautschuk wird als Assam-Kautschuk bezeichnet.

In der Kultur wird der Baum durch Stecklinge vermehrt. Aus Samen gezogene Pflanzen zeigen sehr große individuelle Unterschiede in der Kautschukproduktion. Bei

Versuchen, die van Romburgh 1890 im botanischen Garten zu Buitenzorg vornahm, schwankte der Ertrag achtjähriger Bäume zwischen 30 und 915 g. Dementsprechend empfiehlt es sich, nur die kautschukreichsten Exemplare zu vermehren, wie das in Buitenzorg geschieht.

In Afrika sind kletternde Holzpflanzen (Lianen) aus der Familie der Apocyneen die Producenten eines geschätzten Kautschuks, Arten der Gattung Landolphia Pal. Beauv. Zum Klettern dienen entweder die verlängerten Spindeln des lockeren Blütenstandes oder eigene blütenlose Ranken. Die beerenartigen Früchte werden von den Eingeborenen gegessen.

2. Gewinnung des Kautschuks.

Wie bereits früher erwähnt wurde, ist der Kautschuk in dem Milchsaft der Kautschukpflanzen in ähnlicher Verteilung vorhanden, wie das Fett in der Milch: Es schwimmen kleine und kleinste Kautschukkügelchen in einem flüssigen Serum, das Eiweißstoffe, Zucker, Salze von organischen Säuren u. s. w. gelöst enthält. Um technisch verwendbare Kautschukmassen zu erhalten, ist es notwendig, diese getrennten Kautschukkügelchen zum Zusammenkleben und zur Vereinigung zu bringen.

Der einfachste und primitivste Weg dazu besteht darin, die aus den Rindenausschnitten hervorquellende Milch eintrocknen zu lassen. Diese ursprüngliche Methode, die heute noch von den Eingeborenen Südamerikas angewendet wird, kann aber nur einen Kautschuk liefern, der mit allen ursprünglich im Milchsaft gelösten Stoffen verunreinigt ist. Um ihn von diesen und zugleich von Rindenstückchen zu reinigen, wird der Rohkautschuk durch Auskneten unter mehrfach erneuertem Wasser gereinigt.

Ein zweites Verfahren liefert schon reineren Kautschuk. Dasselbe besteht darin, daß der flüssige Milchsaft zum Gerinnen gebracht und dadurch das flüssige Serum mit allen löslichen Stoffen von dem kautschukhaltigen Gerinnsel getrennt wird. Das Gerinnen des Milchsaftes wird nun in verschiedener Weise hervorgerufen. Stets aber sind es die im Saft ursprünglich gelösten Eiweißstoffe, welche durch die Art der Behandlung unlöslich gemacht werden und bei ihrer Ausscheidung den Kautschuk einschließen, ähnlich wie bei der Bereitung der Schweizerkäse die durch Labzusatz zur süßen Milch hervorgerufene Kaseïnfällung die Fetttröpfchen einschließt, welche vorher in der Milch suspendiert waren. Allerdings hinkt der Vergleich, insofern als der Milchsaft verhältnismäßig viel weniger Eiweißstoffe und viel mehr Kautschuk enthält, als das bei der Milch bezüglich des Kaseïns und des Fettes der Fall ist. Bei der Darstellung des Para- und des Ceara-Kautschuks, des ersteren aus dem alkalischen Milchsaft von Hevea brasiliensis, des zweiten aus dem von Manihot Glaziovii, setzt man den Milchsaft dem Rauch brennender sogenannter Nüsse (Steinfrüchte) von Attalea excelsa Mart., einer südamerikanischen Fiederpalme, aus. Dieser Rauch enthält Essigsäure, die den Milchsaft gerinnen macht. Beim Zusatz von reiner Essigsäure zu den Milchsäften gerinnen diese in ganz gleicher Weise. Das im Rauch der Attalea-Nüsse außerdem vorhandene Kreosot trägt zur Haltbarkeit des auf die beschriebene Weise gewonnenen Kautschuks bei. Ebenso wird der afrikanische Kautschuk von Landolphia durch Zusatz von Säure (Citronensaft) zum Milchsaft zur Ausscheidung gebracht. Umgekehrt enthält der saure Milchsaft von Castilloa

elastica einen Eiweißstoff, der nur in Säuren löslich ist. Man gewinnt daher den Kautschuk aus demselben, indem man ihn durch Zusatz von Alkalien zum Gerinnen bringt. In Mexiko und Nikaragua bedienen sich die Indianer als Zusatz des alkalischen Extraktes von Ipomoea bona nox. Den Lagos-Kautschuk gewinnt man aus dem Milchsaft von Ficus Vogelii durch Zusatz von Kalkmilch. Manchmal soll man sich zur Abscheidung des Kautschuks aus dem Milchsaft von Hevea-Arten und Manihot Glaziovii eines Salzzusatzes bedienen, der die vorhandenen Eiweißstoffe ausfällt. Sicher gewinnt man so den Mangabeira-Kautschuk aus dem Milchsaft von Hancornia speciosa (Gomez), einer südamerikanischen Apocynee.

Alle auf die beiden vorbeschriebenen Arten gewonnenen Kautschuksorten enthalten mindestens größere Mengen Eiweiß und sind daher unter Umständen dem Verderben ausgesetzt, indem sie von Fäulnisorganismen angegriffen und dadurch in eine übelriechende, schwammige Masse umgewandelt werden. Einen bedeutend reineren Kautschuk liefert das zur Ausscheidung des Butterfetts aus der Milch schon längst übliche Centrifugieren der mit Wasser verdünnten Milchsäfte. Dabei scheiden sich die specifisch leichten Kautschukkügelchen als dicke, rahmartige weiße Masse auf einem klaren Serum aus. Bei größerem Gehalt an Kautschuk (Manihot Glaziovii) erstarrt der Milchsaft nach kurzer Zeit zu einem schwammigen Gerinnsel, in dessen Maschen sich das Serum befindet, das nach Zerschneiden des Rohkautschuks leicht abgepreßt werden kann. Auf diese Weise wurde der Kautschukgehalt des Milchsaftes von Castilloa elastica zu 25 %, von Hevea brasiliensis zu 28—30 % bestimmt.

Die Praxis muß über die Anwendbarkeit des Centrifugierens entscheiden.

B. Guttapercha.

1. Stammpflanzen.

Guttapercha kommt ausschließlich im Milchsaft einiger Sapotaceen vor. Der Milchsaft ist hier nicht in gegliederten oder ungegliederten Röhren vorhanden, die ohne Scheidewand die ganze Pflanze oder doch einzelne Organe derselben durchziehen, sondern in kurzen Schläuchen, die einer Zelle entsprechen und nicht immer die Nachbarzellen an Größe überragen. Meist aber sind diese Milchsaft führenden Schläuche in einreihige Stränge angeordnet (Fig. 43). Sie liegen in der Rinde sowohl wie im Mark.

Fig. 43. Guttapercha-Schläuche von Palaquium (Isonandra) Gutta.

Aber auch die Blätter, sogar das Fleisch der Beeren enthalten Milchschläuche. Durch Anschneiden der Rinde

bringt man den Inhalt der getroffenen Milchsaftschläuche zum Ausfließen.

Die technisch verwendbaren Produzenten von Guttapercha gehören einigen auf Malakka, Sumatra, Borneo heimischen Arten der Gattungen Payena und Palaquium an. Alle sind große Bäume mit lederartigen Blättern und kleinen, in Büscheln in den Blattwinkeln stehenden Blüten.

Ueber die Herkunft der Guttapercha war man lange im Dunkeln, und erst durch eine Forschungsreise Burck's ist Licht in diese Frage gekommen. Nach seinen Forschungen

Fig. 44. Palaquium oblongifolium. Zweig.

verdienen von den Guttapercha liefernden Sapotaceen nur folgende Beachtung wegen der Güte ihres Produkts:

Payena Leerii Benth. et Hook., ferner Palaquium Gutta (Hook.) Burck., P. oblongifolium Burck. (Sumatra und Borneo) (Fig. 44), P. borneense Burck. (Borneo), P. rostratum Brck. und P. Treubii Burck. (beide von Banka).

Von denselben ist am längsten Palaquium Gutta, bekannter unter dem Namen Isonandra Gutta, bekannt und schon im Jahre 1848 entdeckt. Aber erst eine Forschungsreise, welche Burck anfangs der 80er Jahre im Auftrage der Regierung von Niederländisch-Indien machte, brachte volle Aufklärung über die Abstammung der im Handel vorkommenden Guttapercha, zugleich aber auch die Entdeckung, daß der altbekannte Guttaperchalieferant, die Isonandra Gutta, infolge des geübten Raubbaues fast vollständig ausgerottet war. Glücklicherweise waren bald nach seiner Entdeckung einige Exemplare in den Buitenzorger botanischen Garten gepflanzt und so erhalten worden.

2. Gewinnung.

Die Art der Gewinnung war und ist im wesentlichen heute noch eine sehr rohe. Die Bäume werden von den Eingeborenen gefällt, und dann in die Rinde in gewissen Abständen Ringelschnitte gemacht. In diesen sammelt sich der Milchsaft aus den angeschnittenen Schläuchen, wird in flüssigem Zustande nach Hause gebracht und dort durch Erwärmen koaguliert. Durch Ausspülen und Ausketen mit Wasser werden die Verunreinigungen entfernt. Die dunkle Färbung der so erhaltenen Guttapercha rührt von den stets beigemengten Rindenteilen her, die mitgekocht werden und dem ursprünglich weißen Produkt die Farbe mitteilen.

Es ist klar, daß bei dieser Art der Gewinnung nur ein kleiner Teil der im Baum enthaltenen Guttapercha, nämlich höchstens die in den angeschnittenen Milchsaftschläuchen enthaltene, gewonnen wird. Viel größer würde der Ertrag sein, wenn man die Guttapercha durch Lösungsmittel (Schwefelkohlenstoff, Toluen) aus den geernteten Blättern und Zweigen ausziehen würde, ein Vorschlag, der neuerdings gemacht ist. Freilich ließe dieser Prozeß sich nur verwirklichen, wenn größere Pflanzungen vorhanden wären, in denen ein geregeltes Ernten der Blätter möglich wäre. Nach Versuchen von Jungfleisch enthalten die trockenen Blätter 9 % Guttapercha, so daß ein Baum durch Extraktion der Blätter 1000—1100 g Guttapercha liefern könnte, der nach dem bisher üblichen rohen Verfahren, gefällt, nur 265 g liefert.

In den Milchsaftschläuchen einer anderen Sapotacee, der in Guiana heimischen Mimusops Balata Gaertn., findet sich die an der Luft brüchig werdende Balata, die in derselben Weise gewonnen wird wie die Guttapercha.

Achtes Kapitel.

Aetherisches Oel und Harz liefernde Pflanzen.

Schon im Vorhergehenden ist wiederholt von Pflanzen die Rede gewesen, deren praktische Verwendung wesentlich von ihrem Gehalt an ätherischen (flüchtigen) Oelen und Harzen bedingt wurde. So bei verschiedenen Gewürzen, Hopfen, Zimt, Gewürznelken. Wir fassen in diesem Kapitel kurz diejenigen Pflanzen zusammen, die wichtige ätherische Oele und Harze liefern, ohne dabei Gewürze

zu sein. Daß wir ätherische Oele und Harze in ein Kapitel zusammenfassen, liegt darin begründet, daß die letzteren mit den ersteren in nächster chemischer Verwandtschaft stehen und auch in der Natur vielfach aus ihnen unter Sauerstoffaufnahme entstehen.

Die ätherischen Oele und Harze werden von den Pflanzen anscheinend im Stoffwechsel nicht weiter verwendet, wenn einmal gebildet. Sie sind Endprodukte des Stoffwechsels, Exkrete, welche in manchen Fällen als Schutzmittel gegen Tierfraß u. dergl. zu dienen scheinen, in anderen, insbesondere in Blütenorganen, Anlockungsmittel bilden für Insekten, welche die Bestäubung vermitteln. Sie werden entweder an der Oberfläche der Pflanzen durch eigenartige Hautdrüsen abgeschieden (wie beim Hopfen) oder im Innern der Pflanzen in eigenen Behältern, entweder in eigenen Zellen (wie beim Zimt) oder in Zwischenräumen zwischen den Zellen, in Intercellularräumen (wie bei der Gewürznelke) abgelagert. Nur in wenigen Fällen (wie beim Senf) ist das ätherische Oel in der lebenden Pflanze gar nicht als solches vorhanden, sondern entsteht erst beim Absterben oder geeigneter Behandlung durch Zerfall aus einer Muttersubstanz.

I. Secernierende Hautdrüsen.

Solche sind im Pflanzenreich außerordentlich häufig und liefern besonders in der Familie der Labiaten auch praktisch nutzbare ätherische Oele.

So ist das Patschouli-Oel das zwischen Cuticula und Cellulosemembran der kugligen Endzelle eines zweizelligen Drüsenhaares eingelagerte Sekret des auf Malakka und

Ceylon einheimischen Patschoulistrauches, Pogostemon Patschouli Pellet. (Fig. 45). Die Drüsenhaare sitzen besonders der Blattepidermis auf, und so wird auch aus den getrockneten Blättern das ätherische Oel gewonnen.

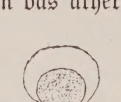

Fig. 45. Oeldrüse des Patschoulistrauches (Pogostemon Patschouli). (Nach de Bary)

Zu derselben Familie gehört der Thymian, Thymus vulgaris L., ein in den Mittelmeerländern einheimischer, bei uns als Küchengewürz gebauter Halbstrauch mit roten, quirligen Blüten. Auf den Blättern befinden sich in Gruben der Epidermis zahlreiche Drüsenhaare, bestehend aus einer kurzen breiten Stielzelle, welche ein breites, durch Teilung einer Zelle entstandenes, schließlich zwölfzelliges, schildförmiges Köpfchen tragen. Die in einer Ebene angeordneten Zellen dieses Köpfchens sondern wieder zwischen die gemeinsame Cuticula und die Cellulosefschichten ihrer Außenwand ätherisches Oel ab, das die Cuticula blasenförmig emporwölbt, und dessen Hauptbestandteil das antiseptische Thymol bildet.

Auch das Pfefferminzöl, Lavendelöl u. s. w. sind derartige Sekrete von Hautdrüsen. Das Pfefferminzöl wird von der in England, Amerika und Japan besonders gebauten Pfefferminze, Mentha piperita L. (Fig. 46), gewonnen, Lavendelöl von dem ebenfalls in Südeuropa einheimischen Halbstrauch Lavandula spica L.

Das wichtigste ätherische Oel des Handels ist wohl

das Rosenöl, das wir hier anschließen, obgleich es nicht gerade von Drüsenhaaren ausgeschieden wird. Immerhin

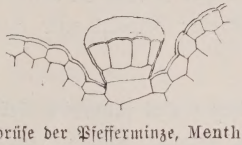

Fig. 46. Oeldrüse der Pfefferminze, Mentha piperita L.

besitzen wenigstens die Blätter und jungen Sprosse der Rose Oeldrüsen. Aber das sogenannte Rosenöl, das besonders auf der Balkanhalbinsel, neuerdings auch in Deutschland durch Destillation der Blüten gewonnen wird, ist nach Blondel's Untersuchungen in der beiderseitigen Oberhaut der Blumenkronenblätter in Tröpfchenform vorhanden. Die Gattung Rosa hat, wie allbekannt, infolge der Schönheit und des häufigen Wohlgeruches ihrer Blüten eine Menge von Zierpflanzen für unsere Gärten geliefert. Unter den europäischen Rosen ist insbesondere die kleine, auch bei uns wild wachsende Rosa gallica L. die Stammform vieler KulturSorten. Unabhängig von diesen Gartenrosen europäischen Ursprungs, zu denen z. B. die Centifolie gehört, ist in Indien aus einer wild unbekannten Stammart Rosa indica L. ein weiterer Formenkreis gezüchtet (Theerose, Bengalrose), der neuerdings natürlich wieder mit Europäern gekreuzt ist, um neue Sorten zu erhalten. Auch die Kletterrosen, deren Griffel in eine Säule verwachsen sind, sind früher und besonders neuerdings zur Kreuzung herangezogen und haben eine Menge von RosenSorten geliefert. Das ätherische Oel, das hauptsächlich von Sorten der Rosa damascena Mill. mit reichblütigen Blütenständen, wahrscheinlich einer Kreuzung

einer Gartenrose vom Gallica-Typus mit der nordafrikanischen Kletterrose, R. moschata Mill., gewonnen wird, ist nur in sehr geringer Menge in den Blütenblättern vorhanden. Die Ausbeute beträgt nur 0,02 % der frischen Blüten.

II. Aetherisches Oel führende Sekretschläuche.

Unter diesem Namen faßt de Bary die Zellen zusammen, welche mit ätherischem Oel gefüllt sind. Wie Zacharias nachgewiesen hat, ist ihre Membran in den meisten Fällen stark verkorkt. Sie sind besonders häufig in folgenden Familien: Lauraceen, Piperaceen, Magnoliaceen, Anonaceen, Zingiberaceen und Aristolochiaceen.

Wir haben solche Harz- und Oelschläuche schon kennen gelernt bei der Betrachtung des Pfeffers (Piperacee) und des Zimts (Lauracee); vergl. Fig. 25 S. 97.

Von den in der Parfumerie angewendeten ätherischen Oelen entstammen solchen Schläuchen das Ylang-Ylangöl von der Anonacee Cananga odorata Hook. fil. et Thoms., einem auf den Philippinen einheimischen Baume, sowie das Citronell- und das Palmarosaöl, beide von ostindischen Steppengräsern gewonnen, das erstere von Andropogon Nardus L., das letztere von A. Schoenanthus L.

III. Intercellulare Oel- und Harzbehälter.

In Intercellularräumen finden sich ätherische Oele und Harze bei verschiedenen Familien des Pflanzenreichs. Die Sekreträume sind stets ausgekleidet von einem das Oel secernierenden Gewebe (Epithel) und haben entweder die Form kurzer Lücken wie bei den Cupressineen, Rutaceen und Myrtaceen, unter welchen letzteren wir solche

Sekreträume schon bei den Gewürznelken kennen gelernt haben, oder die langer Gänge, die sich zum Teil ununterbrochen durch die ganze Pflanze erstrecken, wie bei den Abietineen, den röhrenblütigen Kompositen, den Umbelliferen, einigen Leguminosen u. s. f. Das Sekret in den Hohlräumen ist entweder reines ätherisches Oel oder ein Gemisch von solchem mit Harz, das wahrscheinlich erst sekundär aus dem Oel entsteht.

Sehr reich an kurzen rundlichen Oellücken, die wichtige ätherische Oele des Handels enthalten, ist die Gattung Citrus, zu den Rutaceen gehörig, die in ihren Früchten ein geschätztes Obst (Orangen, Citronen) liefert. Die Sekretbehälter liegen im Parenchym aller Organe (junge Zweige, Blätter, Blüten und Früchte) dicht unter der

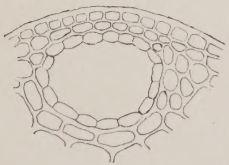

Fig. 47. Oelbehälter aus dem Blattstiel von Citrus aurantium L.

Epidermis (Fig. 47). Das Oel wird, wie in allen vorher betrachteten Fällen, durch Destillation mit Wasserdämpfen gewonnen und je nach der Abstammung unterschieden. Nach dem Hauptausfuhrhafen und dem Hauptproduktionsgebiete bezeichnet man die aus Blüten und Fruchtschalen gewonnenen Oele im Handel gemeinsam als Messinaer, Calabreser oder sicilische Essenzen.

Die bei weitem wichtigsten ätherischen Oele (Terpentine) und Harze liefern die zusammenhängenden Harz-

kanäle der Abietineen (Fig. 48). Bei allen wird das Harz gewonnen durch Einschnitte in den Stamm, die

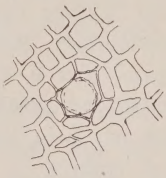

Fig. 48. Querschnitt durch einen Harzkanal des Holzes von Larix europaea DC.

je nach dem Verlauf der Harzkanäle mehr oder weniger tief gehen. Die Weißtanne, Abies pectinata DC. oder A. alba Miller, enthält nur in der Rinde Harzgänge; der Einschnitt braucht also nur bis auf das Holz zu gehen. Bei der Kiefer, Pinus sylvestris L. (Fig. 49), dagegen, sowie bei der Fichte, Picea excelsa Link. und bei der

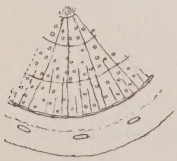

Fig. 49. Verteilung der Harzgänge auf dem Querschnitt eines Zweiges der Kiefer, Pinus sylvestris L. Schematisch.

Fig. 50. Larix europaea DC. Querschnitt durch einen Zweig, die Verteilung der Harzkanäle im Holz zeigend. Schematisch.

Lärche, Larix decidua Miller (Fig. 50), die auch in Holzkörper Harzkanäle führen, muß der Einschnitt bis ins Holz gehen. Aus den geöffneten Kanälen fließt das Gemisch von ätherischem Oel (Terpenen) und Harz, der Terpentin, aus und erstarrt bald durch teilweise Ver-

dunstung des Oeles. Durch Destillation des Terpentins mit Wasserdämpfen gewinnt man die flüchtigen Bestandteile, während das Harz zurückbleibt. Aus diesem wird das Kolophonium durch längeres Schmelzen hergestellt. Die Weißtanne liefert den sogenannten Straßburger Terpentin, die Lärche den sogenannten venetianischen. Die nordamerikanische Balsamtanne, Abies balsamea Miller, liefert den feinsten Terpentin, den sogenannten Canadabalsam, der aus großen Harzbeulen der Rinde abgezapft wird. Der Bernstein ist, wie bekannt, das Harz einer ausgestorbenen Abietinee.

Auch die ätherischen Oele und Harze der Umbelliferen, denen der Samen des Kümmel (Carum carvi L.) sowie die Petersilie (Petroselinum sativum L.) ihre Verwendung als Gewürz verdanken, sind wie die der Kompositen in intercellularen Harzkanälen enthalten.

IV. Aetherische Oele, welche in der Pflanze nicht vorgebildet sind.

Das älteste bekannte Beispiel bietet die Gewinnung des Bittermandelöls aus den Samen verschiedener Steinobstgehölze (Amygdaleen), aus der bitteren Mandel, einer Varietät der Amygdalus communis L., aus Pfirsich-, Kirschen- und Pflaumenkernen. In all diesen Samen finden sich, aber getrennt von einander, ein Glykosid, das Amygdalin, und ein Enzym, Emulsin, welches dieses Glykosid in wässeriger Lösung in Zucker, Blausäure und Bittermandelöl zu spalten vermag. In dem unversehrten Samen liegt das Amygdalin im Parenchym der Keimblätter, das Emulsin dagegen in den jungen Gefäßbündeln des Embryos, so daß beide getrennt sind und nicht auf-

einander zu wirken vermögen. Wird der Samen aber in Wasser zerrieben, so tritt beim Zusammentreffen beider Körper die Spaltung des Amygdalins ein:

$$C_{20}H_{27}NO_{11} + 2\,H_2O = 2\,C_6H_{12}O_6 + CNH + C_6H_5COH$$

Amygdalin — Bittermandelöl.

Das Bittermandelöl kann dann mit Wasserdämpfen abdestilliert werden.

Aehnlich verhält sich das in vielen Pflanzen vorhandene Glykosid Gaultherin, das beim Zusammentreffen mit dem Enzym Gaultherase in Zucker und Salicylsäuremethylester, einen mit Wasserdämpfen flüchtigen ölartigen Körper, zerfällt. Dieses „Wintergrünöl", das früher ausschließlich aus den Blättern der nordamerikanischen Ericacee Gaultheria procumbens L. und aus der Rinde von Betula lenta L. destilliert wurde, hat sich durch neuere Untersuchungen von van Romburgh als überaus weit verbreitet im Pflanzenreich erwiesen, allerdings in chemischer Bindung mit Zucker als Gaultherin.

Neuntes Kapitel.

Farb- und Gerbstoff liefernde Pflanzen.

Wenn wir die Farb- und Gerbstoffe liefernden Pflanzen unter ein Kapitel zusammenfassen, so bedarf das vielleicht einer gewissen Rechtfertigung. Diese ergiebt sich einfach daraus, daß nach den Untersuchungen von Knapp der Vorgang beim Gerben ein ähnlicher ist wie der beim Färben. In beiden Fällen handelt es sich um eine Verbindung des zu färbenden Objektes resp. der tierischen Haut mit dem Farb-

stoff resp. dem Gerbstoff, eine Verbindung, die allerdings nicht nach den Gesetzen der konstanten chemischen Proportionen, sondern in wechselndem Verhältnis stattfindet wie bei den Lösungen, in denen ja auch das quantitative Verhältnis zwischen Lösungsmittel und gelöstem Körper ein äußerst variables ist. Vielfach scheint allerdings der eindringende Farbstoff resp. Gerbstoff noch eine chemische Umwandlung durchzumachen. Sicher ist das der Fall mit dem Indigo. Beim Färben wird das unlösliche Indigoblau durch einen noch nicht näher bekannten Gärungsprozeß erst in lösliches Indigweiß übergeführt, dringt in diesem Zustand in die zu färbende Faser ein und wird dann erst wieder zu unlöslichem Indigoblau oxydiert durch den Luftsauerstoff.

Farbpflanzen.

Indigopflanzen.

Indigo oder vielmehr eine Mutterstubstanz, aus der Indigo entstehen kann, und von der noch unentschieden ist, ob sie in allen Fällen die gleiche ist, findet sich in zahlreichen Pflanzen. Nur wenige von denselben sind aber bis jetzt zur industriellen Gewinnung des Indigofarbstoffes benutzt worden. Die wichtigsten darunter sind mehrere Arten des Genus Indigofera, speciell I. Anil L., I. leptostachya DC., I. tinctoria L. (Fig. 51).

Die Gattung Indigofera gehört zu den Leguminosen und besteht aus Stauden oder Sträuchern mit einfachgefiederten Blättern. Die roten Blüten stehen in Aehren vereinigt. Die Frucht ist eine mehrsamige Hülse, welche bei manchen Arten blasige Auftreibungen besitzt.

Von den genannten drei Arten sind die beiden letzteren in Südasien einheimisch; die erstere ist heute überall in den Tropenländern der Alten und Neuen Welt verbreitet und stammt vielleicht aus Amerika.

Fig. 51. Indigopflanze, Indigofera tinctoria L. Blühender Zweig. (Nach Engler-Prantl.)

Der Indigo ist in diesen ebensowenig wie in anderen Indigopflanzen ursprünglich als solcher vorhanden. Er entsteht erst beim Absterben aus einer in den Pflanzen vorhandenen Substanz, dem Indican. Diese zerfällt dabei in Zucker und einen farblosen, in Wasser leicht löslichen Körper (Indoxyl), welcher unter dem Einflusse der Luft sich sehr schnell zu blauem Indigo oxydiert, der in Wasser unlöslich ist. Wie Molisch gezeigt hat, sind die Blätter besonders reich an der Muttersubstanz des

blauen Farbstoffs, die sich dort sowohl in der Epidermis wie im Mesophyll, dem grünen Blattgewebe, findet. Auch bei den anderen, später zu erwähnenden Indigopflanzen ist das Blatt der Hauptsitz des Indicans, und, wie es scheint, nimmt der Indicangehalt der Blätter im Lichte zu, im Dunkeln ab.

Indigo wird besonders in Ostindien und auf den südasiatischen Inseln (Java) gebaut. In der Kultur werden die Indigofera-Arten wie einjährige Pflanzen behandelt. Auf Java wird Indigofera anil durch Stecklinge, die anderen Arten durch Samen vermehrt. Man pflanzt die Stecklinge oder die in Saatbeeten herangezogenen Pflanzen in Reihen auf Feldern aus, die berieselt werden können. Schon nach 3 bis 4 Monaten haben die Pflanzen eine Höhe von 1—1,20 m erreicht und können geschnitten werden. Einen Schößling läßt man der Pflanze zunächst, um ihn später zu ernten, sobald die neu erscheinenden Triebe eine Länge von ca. 15 cm erreicht haben. Auf diese Weise kann man 3 bis 4 Schnitte ernten.

Die früh morgens geschnittenen Sprosse werden sofort in die Fabrik gebracht und hier in großen cementierten Bassins dicht übereinander geschichtet und mit Balken beschwert. Dann läßt man Wasser in die gefüllten Bassins einlaufen, bis die Pflanzen etwa 10 cm hoch bedeckt sind. Vielfach setzt man dem Wasser etwas Kalk zu, und neuerdings verwendet man erwärmtes Wasser, um die Pflanzen schneller zu töten. Wie Molisch gezeigt hat, sterben die Blätter aber auch schon bei gewöhnlicher Temperatur im Wasser aus Sauerstoffmangel bald ab. Mit dem Tode der Zellen tritt das im Zellsaft gelöste Indican aus und diffundiert in das Wasser. Nach 8—10stündigem Aufent-

halt im Extraktionsapparat wird das Wasser in ein zweites Bassin abgelassen, in welchem es durch einfache maschinelle Vorrichtungen (Klopfer und Rührer) mit der Luft gründlich in Berührung gebracht wird. Schon während des Aufenthalts in dem ersten Bassin wird das Indican durch ein in den Indigofera-Blättern gleichzeitig enthaltenes und in das Wasser diffundierendes Enzym in Zucker und Indoxyl gespalten, welch letzteres jetzt in dem zweiten Bassin in inniger Berührung mit dem Sauerstoff der Luft zu Indigblau oxydiert wird. Der Rohfarbstoff scheidet sich als blauer Schlamm ab, der weiterhin einer chemischen Reinigung unterworfen und endlich in Form kleiner Ziegel gepreßt und getrocknet wird.

Früher hatte auch in Deutschland die Indigo-Gewinnung eine gewisse Bedeutung. Das Material dazu lieferte der damals viel gebaute Färberwaid, Isatis tinctoria L., eine in Deutschland einheimische Kruzifere mit gelben Blüten, die jetzt nur noch in Thüringen und Südfrankreich hin und wieder gebaut wird. Die einst so großartige Waidindustrie Deutschlands und Frankreichs ist im 17. Jahrhundert zu Grunde gegangen als Opfer der Indigo-Gewinnung aus Indigofera-Arten, und damit auch der Waidbau. Die geringen Mengen, die heute noch produziert werden, dienen zum Ansetzen der Waidküpe in der Indigofärberei. Die Waidblätter werden zu diesem Zweck gewaschen, schnell getrocknet, dann gemahlen und mit Wasser zu einem Teig angemacht, den man eine Gärung durchmachen läßt, um später Ballen zu formen und diese an luftigen Orten zu trocknen. In Japan und China baut man wieder eine andere Indigopflanze, den Färbe-Knöterich, Polygonum tinctorium L.

Auch für den Anbau der Indigofera-Arten fürchtet man seit der künstlichen Darstellung des Indigofarbstoffes durch Baeyer und besonders, nachdem es neuerdings gelungen ist, auch ein für den Großbetrieb geeignetes Darstellungsverfahren auszuarbeiten, eine wesentliche Schädigung.

Andere Farbpflanzen.

Ein weiterer blauer Farbstoff, Hämatoxylin, wird aus dem Blau- oder Campecheholz, dem Kernholz eines in Mittel- und Südamerika einheimischen Baumes aus der Familie der Leguminosen, Haematoxylon campechianum L., gewonnen. Der Splint ist farblos, dagegen sind die Zellwände des Kernholzes mit dem blutroten Farbstoff durchtränkt. An der Luft geht die Farbe in ein dunkles Blau über.

Das Schicksal, das den Waid bereits erreicht hat, und das für Indigofera gefürchtet wird, hat auch den einst blühenden Anbau des Krapp, Rubia tinctorum L., wenn auch nicht vollständig, vernichtet.

Der Krapp oder die Färberröte ist eine ausdauernde, zu den Rubiaceen gehörige Pflanze mit lanzettlichen, in 4—6gliederigen Quirlen stehenden, am Rande mit rückwärts gerichteten Stacheln besetzten Blättern und kleinen gelben Blüten in Rispen. Die Frucht ist eine rote einsamige Beere. Die niederliegenden Stengel entspringen von einem unterirdischen Stamm.

Träger des roten Farbstoffes sind hauptsächlich die Wurzeln, die aber denselben ebensowenig wie die Indigopflanzen im fertigen Zustande enthalten. Vielmehr findet sich in ihnen ein Glykosid, die Ruberythrinsäure, welche durch ein in den Wurzeln ebenfalls vorhandenes Enzym

sowie durch Kochen mit Säuren in Zucker und Alizarin gespalten wird. Das Alizarin ist der eigentlich wertvolle Bestandteil des Krapps, wird aber neuerdings ebenso wie die von ihm abgeleiteten Farbstoffe billiger künstlich dargestellt.

Ein gelber Farbstoff (Luteolin) wurde früher aus Blättern und Stengel des bei uns einheimischen Wau, Reseda luteola L., einer zweijährigen Pflanze, gewonnen. Die Verwendung der Pflanze ist jetzt fast nur noch von historischer Bedeutung, und wir erwähnen sie vorzüglich deswegen, weil das Luteolin in seinen chemischen Eigenschaften sich durchaus den Gerbstoffen anreiht, als eine weitere Rechtfertigung unserer Zusammenstellung von Farb- und Gerbstoffen.

Einen heute noch viel gebrauchten gelben Farbstoff, das Curcumin, liefert die ursprünglich in Südasien einheimische, wild aber bisher noch nicht gefundene, jetzt in allen Tropenländern der Alten Welt kultivierte Zingiberacee Curcuma longa L. in ihren verdickten, durch die Stellen der Blattansätze geringelten, teils horizontalen, teils senkrecht absteigenden Rhizomen sowie in ihren älteren, knollenförmig verdickten Wurzeln, die gleichzeitig als Gewürze Verwendung finden. Zwischen den stärkeerfüllten Parenchymzellen der im abgebrühten und dann getrockneten Zustande in den Handel kommenden Droge finden sich zahlreiche Zellen, die mit einem ätherischen Oel und Harz erfüllt sind. Dieselben Zellen führen auch ursprünglich den gelben Farbstoff, der in der Droge, also im toten Zustande, außerdem die Zellwände färbt.

Ebenfalls nur kurz erwähnt seien die sogenannten Farbflechten als Lieferanten der Orseille und des Lack-

mus. Unter den Vertretern dieser eigenartigen Pflanzenklasse, deren Wesen durch die Symbiose von Alge und Pilz bestimmt wird, sind es besonders einige tropische Arten der Gattung Roccella, R. tinctoria DC., R. phycopsis Ach. und R. fuciformis Ach., von denen die beiden letzteren auch an den Westküsten sowie an der Mittelmeerküste Europas vorkommen, ferner R. Montagnei Bél. von der Küste Ostafrikas. Der Orseillefarbstoff besteht wesentlich aus Orceïn, zu dessen Gewinnung man die Flechten mit Harn übergießt und eine Gärung durchmachen läßt.

Gerbpflanzen.

Gerbstoffe sind außerordentlich verbreitet im Pflanzenreich. Leider ist jedoch ihre chemische Konstitution in den allerwenigsten Fällen, selbst wo es sich um die technisch benutzten Gerbmaterialien handelt, bekannt. Sie kommen in der lebenden Pflanze teils im Zellsaft überhaupt gelöst vor, teils in eigenen Gerbstoffvakuolen, die sich durch ihren stark lichtbrechenden Inhalt auszeichnen.

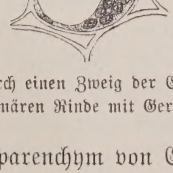

Fig. 52. Querschnitt durch einen Zweig der Erle, Alnus incana DC. Zelle der primären Rinde mit Gerbstoffvakuole.

So ist es im Rindenparenchym von Eiche, Erle (Fig. 52), Weide u. s. w., im Blatt des Sumach, in den Gallen der verschiedenen Eichenarten ꝛc. der Fall. Andere Gerbstoffe imprägnieren das Kernholz gewisser Baumarten,

aus denen sie durch Auslaugen gewonnen werden. Das ist der Fall beim Quebrachoholz und bei Acacia Catechu Willd.

Die Rolle des Gerbstoffs im Haushalt der Pflanzen ist noch nicht genauer bekannt. Da die verschiedenen Gerbstoffe chemisch recht verschiedene Konstitution zu besitzen scheinen, einige von ihnen, z. B. die von Erlen und Weiden, sicher Glykoside, Verbindungen von Zucker mit Körpern der aromatischen Reihe (Phenolen) sind, andere keine Zuckergruppe im Molekül enthalten, so ist ihre Rolle auch bei verschiedenen Pflanzen gewiß verschieden. In den meisten Fällen scheinen die Gerbstoffe, einmal gebildet, nicht wieder in den Stoffwechsel eingezogen zu werden; sie bleiben unverändert und sind also Endprodukte des Stoffwechsels. Vielfach haben sie für die Pflanze zweifellos eine große biologische Bedeutung als Schutzmittel gegen Tierfraß, wie insbesondere Stahl nachgewiesen hat, insofern sie pflanzenfressenden Tieren, besonders den Schnecken, den Geschmack an den gerbstoffreichen Pflanzenteilen verderben. In anderen Fällen wissen wir über die Rolle des Gerbstoffs nichts.

Acacia Catechu Willd. ist ein in Südasien und dem tropischen Ostafrika einheimischer Baum aus der Familie der Leguminosen (Unterfamilie der Mimusoideae), mit doppelt gefiederten Blättern, deren Fiedern je 40 bis 50 Paare von linealischen Fiederblättchen besitzt. Die Nebenblätter zu beiden Seiten des Blattgrundes sind in Dornen umgewandelt. Die gelben Blüten stehen in Aehren. Die Früchte sind lange flache Hülsen.

Der Gerbstoff des Catechubaumes, das sogenannte Catechu, wird durch Auskochen des zerkleinerten roten

Kernholzes und Eindampfen des Extraktes gewonnen und kommt in Stückchen oder Blöckchen von brauner bis schwarzer Farbe in den Handel. Sein Hauptbestandteil ist das kristallisierte Catechin, das dem Luteolin in der chemischen Konstitution nahe steht. Auch durch Auskochen der jüngeren Zweige und der Hülsen wird Catechu erhalten. In diesen Teilen kommt es jedenfalls als Bestandteil der lebenden Zellen, gelöst in Gerbstoffvakuolen, vor, wie auch in den jungen Zweigen und Blättern der indomalayischen Ourouparia (Uncaria) Gambir (Hunt.) Baill., eines kletternden Strauches aus der Familie der Rubiaceen, der ein vorzügliches Catechu liefert.

Derselbe Gerbstoff ist in der Betelnuß, der Beerenfrucht der Fiederpalme, Areca Catechu L., enthalten und bedingt nebst einigen im Endosperm enthaltenen Alkaloiden in Südasien die Benutzung der Samen als Genußmittel. Zu diesem Zweck werden Querscheiben des Nährgewebes nebst etwas Catechu in ein mit Kalk bestrichenes Blatt des Betelpfeffers (Piper Betle L.) gewickelt und dann gekaut (Betelkauen).

Ein wichtiges Gerbmaterial ist die Quebrachorinde, die von der Apocynee Aspidosperma Quebracho blanco Schlecht. abstammt. Der Baum, der wegen seines harten Holzes gleich manchen anderen des spanischen Südamerika den Namen Quebracho (= Axtbrecher) hat, ist in Argentinien einheimisch; seine gerbstoffreiche Rinde wird erst seit relativ kurzer Zeit nach Europa eingeführt, hat aber trotzdem die Verwendung einheimischer Gerbstoffmaterialien, insbesondere den Eichenschälwaldbetrieb, bereits gewaltig geschädigt.

Das wichtigste einheimische Gerbmaterial liefert die

Eiche in ihrer Rinde (Fig. 53), und zwar sind beide deutsche Arten, sowohl Quercus Robur L. wie Qu. sessili-

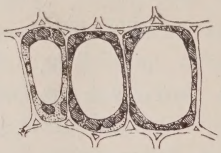

Fig. 53. Längsschnitt durch die äußere Rinde der Stieleiche, Quercus Robur L. Zellen mit Gerbstoffvakuolen.

flora Sm., gleichmäßig geeignet. Am besten ist die Rinde jüngerer Stämme, die sogenannte Spiegellohe, die 11 bis 16 % Gerbstoff enthält. Mit dem höheren Alter nimmt der prozentische Gehalt an Gerbstoff ab. Am gerbstoffreichsten ist das primäre Rindenparenchym; gerbstoffarm dagegen sind der Kork, der schon im ersten Lebensjahre dicht unter der Epidermis entsteht, sowie der Bast. Beide, Kork und Bast, nehmen mit zunehmendem Alter der Stämme an Dicke und Masse zu, während die gerbstoffreichste Partie der Rinde, das primäre Rindenparenchym, bei weitem keine solche Zunahme erfährt, im Alter von 25 bis 35 Jahren sogar infolge der dann eintretenden Korkbildung in tieferen Schichten der Rinde als Borke abgeworfen wird. Daraus erklärt sich leicht die Abnahme des Gerbstoffgehalts mit dem Alter. Die Rinde wird geschält im Juni, sobald das sekundäre Dickenwachstum beginnt, das Cambium an der Grenze von Rinde und Holzkörper in lebhaftes Wachstum eingetreten ist. Zu dieser Zeit läßt sich die Rinde leicht als Ganzes vom Holzkörper abschälen, während das im Winter unmöglich sein würde.

Auch die amerikanischen Eichenarten, z. B. Quercus rubra L., Qu. tinctoria Willd., welch letztere in ihrer Rinde (Quercitronrinde) einen gelben Farbstoff, Quercitrin, enthält, sowie die immergrünen südeuropäischen Korkeichen, Qu. suber L., und die davon durch zweijährige Fruchtreife verschiedene Qu. occidentalis Gay, liefern in ihrer Rinde technisch nutzbaren Gerbstoff. Die letzteren sind indessen weitaus wichtiger, weil von ihnen in Spanien, Südfrankreich und Algier der technisch so wichtige Kork gewonnen wird. Der normale Kork, der wie bei unsern Eichen unter der Epidermis entsteht, ist wertlos. Er wird, sobald die Bäume 10 bis 15 Jahre alt sind, als männlicher Kork abgeschält, wobei das Rindenparenchym freigelegt wird. In diesem bildet sich nun ein tieferer Kork als Folge der Verwundung, der weibliche Kork, der weich und dünnwandig ist und daher die gewünschten Eigenschaften des Flaschenkorkes besitzt. Nach 8 bis 12 Jahren wird dieser Kork ebenfalls geschält, worauf wieder eine tiefere Korkbildung eintritt, die nach Verlauf derselben Zeit geerntet wird. Das wiederholt sich bis zum natürlichen Tode der Bäume.

Auch die Rinde anderer Waldbäume, einheimischer wie fremder, wird als Gerbmaterial angewandt. So die Rinde der Fichte (Picea excelsa L.), ferner die Rinde verschiedener Weidenarten, die in Schweden zur Bereitung des schwedischen Handschuhleders, in Rußland zur Gerbung des Juchtenleders Verwendung findet, dessen Geruch übrigens auf eine Einreibung mit Birkenteeröl zurückzuführen ist.

Nur kurz können wir darauf hinweisen, daß im

Gerbereibetrieb die Thätigkeit pflanzlicher Mikroorganismen, insbesondere der Bakterien, eine große Rolle spielt. Man bedient sich der Fäulnisbakterien schon beim Enthaaren der Felle, und die Gerbebrühen machen eigenartige, noch wenig untersuchte Gärungen (Sauerbrühe) durch, bei denen Bakterien und Hefen thätig sind.

Register

A.

ies alba (pectinata) 146.
balsamea 147.
acia Catechu 156.
er saccharinum 25.
ave 128.
ave americana 26.
sisalana 128.
zarin 154.
oholgewinnung 9, 13.
ius 155
ygdalin 147.
ygdalus 147.
anas, Ananasfaser 128.
dropogon nardus 144.
Schoenanthus 144.
sorghum 30.
felbaum 61.
felfrüchte 53.
rikosen 53.
achis 108.
eca Catechu 157.
enga saccharifera 25.
rat 42.
pergillus oryzae 41.
pidosperma 157.
amthee 73.
amkautschuk 133.
talea 135.
ena 27.

B.

ckerei 35.
lata 140.
nane 53, 65, 127.
stfasern 111, 116.
tate 47.
umwolle 111, 112.
umwollenarten 103, 112.
erenobst 53.
rnstein 147.
ta 16.
telpfeffer 157.
tula lenta 148.
erbereitung 39.
Bierhefe 9.
Birnbaum 62.
Bittermandelöl 147.
Blauholz 153.
Boehmeria 125.
Borassus 25.
Botrytis 60.
Brassica napus 108.
— nigra 98.
Brauerei 39.
Brennerei 40, 46.
Brombeeren 53.
Brotbereitung 35.

C.

Camellia 72.
Campecheholz 153.
Canadabalsam 147.
Cananga 144.
Cannabis 85, 124.
Caprificus 64.
Carnaubawachs 102.
Carum carvi 147.
Caryophyllus aromaticus 93.
Cassave 48.
Castilloa 132, 135.
Catechu 156.
Cearakautschuk 131, 135.
Ceiba 116.
Ceroxylon 101, 102.
Chicha 42.
Chinagras 125.
Chlamydomucor oryzae 42.
Cinnamonum 96.
Citromyces 8.
Citronellöl 144.
Citronen 53, 145.
Citronensäuregärung 8.
Citrus 145.
Cocos nucifera 25, 107, 129.
Cocospalme 25, 129.
Coffea 67.
Coffein 70, 80.
Coir 111, 112, 129.
Cola 79.
Copernicia 102.
Copra 107.
Corchorus 126.
Corypha 52.
Curcuma 154.
Curcumin 154.
Cydonia 62.

D.

Dattelpalme 65.
Delebpalme 25.
Dextrose 13.
Dinkel 27.
Dioscorea 49.
Durra 30.

E.

Edelfäule 60.
Eiche 155, 158.
Eichenrinde 158.
Einkorn 28.
Elaeis 25, 106.
Emmer 28.
Epilobium 116.
Erdbeeren 54.
Erdnuß 104, 108.
Eriophorum 116.
Erle 155.
Essenzen, Messinaer, Calabreser, Sicilische 145.
Essigbakterien 8.

F.

Fagus 103.
Färbe-Knöterich 152.
Färberröte 153.
Färberwaid 152.
Farbflechten 154.
Farbpflanzen 149.
Fasergewinnung 111, 115, 120, 124, 126, 127, 128.
Faserpflanzen 111.
Feigen 54.

Feigenbaum 63.
Fichtenrinde 159.
Ficus carica 63.
— elastica 130, 133.
— Vogelii 136.
Flachs 111, 112, 117.
Flachs, neuseeländisch. 111, 128.
Fourcroya 128.

G.

Gambir 157.
Gaultheria 148.
Gaultherin 148.
Gebang 52.
Genußmittel 67.
Gerbpflanzen 155.
Gerbstoffe 155.
Gerste 27.
Getreide 26.
Gewürze 85.
Gewürznelken 93, 141, 145.
Glycine hispida 12.
Gossypium 112.
Gummibaum 133.
Gurunuß 79.
Guttapercha 129, 137.
Guttaperchapflanzen 137.

H.

Hafer 27.
Hämatoxylin 153.
Haematoxylon 153.
Hancornia 132, 136.
Hanf 85, 111, 112, 124.
Harz 140, 146.
Haschisch 85, 125.
Haselnuß 52.
Hemileia 69.
Hevea 131, 135.
Himbeere 53.
Hopfen 99, 141.
Hordeum 27.
Humulus 99.

J.

Jambosa caryophyllus 93.
Ilex 80.
Indican 150.
Indigo 149.
Indigofera 149.
Indigopflanzen 149.
Inulin 15.
Johannisbeere 53.
Ipomoea batatas 47.
— bona nox 136.
Isatis tinctoria 152.
Isonandra gutta 137, 139.
Juglans regia 103.
Jute 111, 126.

K.

Kaffee 67.
Kaffeesurrogate 71.
Kaffernkorn 30.
Kakao 76.
Kaprifikation 64.
Kartoffel 43.
Kautschuk 129.
— Gewinnung 134.
Kautschukpflanzen 130.
Kirschen 53, 63, 147.
Kohlenhydrate 12.
Kolanuß 79.
Kork, Abstammung u. Gewinnung 159.
Krapp 153.
Kümmel 147.

L.

Lackmus 154.
Lagoskautschuk 136.
Landolphia 134, 135.
Larix 146.
Lavandula spica 142.
Lavendelöl 142.
Laevulose 13.
Lein 103, 117.
Liguster 104.
Linum angustifolium 117.
— perenne 117.
— usitatissimum 117.
Luteolin 154.

M.

Macis 96.
Mais 28.
Maltose 14.
Malzfabrikation 38.
Mandel 147.
Mangabeirakautschuk 132, 136.
Manihot Glaziovii 131, 135.
— utilissima 48, 131.
Manilahanf 111, 112, 127.
Maniok 48.
Mate 80.
Mauritiushanf 128.
Mehlbereitung 35.
Mentha piperita 142, 143.
Mespilus 62.
Metroxylon 50, 52.
Milchsäuregärung 8, 37, 46.
Mimusops balata 140.
Mispel 62.
Mohn 85.
Musa paradisiaca 67.
— sapientum 65, 67.
— textilis 127.
Muskatnuß 96.
Myristica 96.

N.

Negerhirse 30.
Nicotiana 80.
Nikotin 83.

O.

Obst 52.
Oel, ätherisches 140.
Oelbaum, 104.
Oeldrüsen 141.
Olea 104.
Oel, fettes 100, 102.
— — Vorkommen u. Gewinnung 103, 115.
Olive 103, 104.
Oellücken 145.
Oelpalme 25, 103, 106.
Oelrosen 143.
Opium 85.
Orangen 145.
Orseille 154.
Oryza sativa 28.
Ouroupa ria Gambir. 157

P.

Palaquium 137, 138, 139.
Palmarosaöl 144.
Palmwachs 102.
Palmwein 25.
Papaver 85.
Papierfabrikation 123.
Pappeln 116.
Paraguay-Thee 80.

Parakautschuk 131, 135.
Patschouli 141
Patschoulistrauch 142
Payena 138, 139.
Pennisetum 30.
Petersilie 147.
Petroselinum 147.
Pfeffer 91, 144.
— schwarzer 92.
— weißer 92.
Pfefferminzöl 142.
Pfirsiche 53, 147.
Pflaumen 53, 63, 147.
Phoenix 65,
Phormium 112, 128.
Picea 159.
Pinus 147.
Piperonal 91.
Piper Betle 157.
— nigrum 91.
Pirus 61, 62.
Pisang 65.
Pogostemon Patschouli 142.
Polygonum tinctorium 152.
Pombe 40.
Prunus 62.
Pulque 26.

Q.

Quebrachoholz 156, 157.
Quebrachorinde 157.
Quercitronrinde 159.
Quercus 158, 159.
Quitte 62.

R.

Rameh 125.
Ramie 111, 125.
Raphia 25.
Raps 104, 108.
Rebe 55.
Reis 28.
Reseda luteola 154.
Ribes 53.
Ricinus 103.
Roccella 155.
Roggen 27.
Rohrzucker 13, 16.
Rohrzucker, Fabrikation 19, 24.
Rosa 143.
Rosen 143.
Rosenöl 143.
Röste (Rotte) 120.
Rotbuche 103.
Rubia tinctorum 153.
Rum, Fabrikation 24.
Runkelrübe 16.

S.

Saccharomyces 9.
Saccharum officinarum 21, 33.
Sago 49.
Sagobereitung 51.
Sagopalmen 50, 52.
Saftbrauerei 41.
Samenhaare 111, 112, 116.
Sauerkirsche 63.
Secale 27.
Senf 98, 141.
Sesam 104, 110.
Sesamum 110.
Sinapis alba 98.
Siphonia elastica 131.
Sisalhanf 128.
Sojabohne 12.
Soja hispida 12.
Solanum tuberosum 43.
Sonchus arvensis 130.
Spelz 27.
Stachelbeere 53.
Stärke 14, 26.
Stärkefabrikation 35, 45, 51.
Steinfrüchte 53.
Steinobst 53, 62, 147.
Sumach 155.
Süßkirsche 63.

T.

Tabak 80.
Tapioka 49.
Tauröste 120, 125.
Terpentin 146, 147.
Thea 72.
Thee 72.
Thein 73.
Theobroma 76.
Theobromin 78.
Thymian 142.
Thymus vulgaris 142.
Triticum 27

U.

Uncaria Gambir 157.
Urtica 125.

V.

Vanilla fragrans (= planifolia) 86.
— pompona 91.
Vanille 86.
Vanillin 90.
Vanillon 91.
Vitis 55.

W.

Wachs 100, 101.
Wachspalmen 102.
Wachspflanzen 101.
Waid 152.
Walnuß 52, 103.
Wasserröste 120, 124.
Wau 155.
Weiden 116, 155, 159.
Weinbereitung 60.
Weinhefe 9.
Weinpalme 25.
Weinstock 53, 55
Weizen 27.
Wintergrünöl 148.
Wollbaum 116.

Y.

Yam 49
Ylang-Ylang 144.

Z.

Zea mays 28.
Zimt 96, 141, 144.
Zucker 12.
Zuckerahorn 25.
Zuckerrübe 16.
Zuckerrohr 21, 33, 102.
Zwetsche 63.

In unserm Verlage erschien ferner:

Die Pflanze,

ihr Bau und ihr Leben

von **Dr. E. Dennert.**

Mit 96 Orig.-Abbildungen.
2., verbesserte und vermehrte Auflage.

Der Verfasser will, ohne irgend welche Vorkenntnisse vorauszusetzen, in das Gebiet der allgemeinen Botanik einführen. Er geht dabei vom innern Bau der Pflanze als der Grundlage alles andern aus; der größte Raum ist der Besprechung der äußeren Organe gewidmet, weil dies Gebiet eine Untersuchung durch den Leser ohne besondere Hilfsmittel gestattet. Daran schließt sich die Lehre vom Leben der Pflanze. Trotz der durch den Raum gebotenen kursorischen Behandlung tritt doch das Bestreben des Verfassers hervor, den Leser zum Selbstforschen anzuregen; dahin gehört die Eigenart, mit der er die Morphologie behandelt: überall weist er auf die Beziehungen der Organe zum Leben hin und durchgeistigt das etwas trockene Gebiet der Gestaltlehre durch biologische Erörterungen. Oft weist er den Leser auf Gebiete hin, die ihm zum selbstthätigen Weiterforschen dienen könnten und giebt auch hin und wieder Winke zur Anstellung von Versuchen Dem Text ist eine Anzahl vom Verfasser selbst nach der Natur gezeichneter Abbildungen zur Belebung und Erläuterung eingefügt.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung
Leipzig.

Sammlung Göschen.

Je in elegantem Leinwandband **80 Pf.**

69 **Englische Literaturgeschichte** v. Dr. Karl Weiser in Wien.

70 **Griechische Literaturgeschichte** mit Berücksichtigung der Geschichte der Wissenschaften von Dr. Alfred Gercke, Professor an der Universität Greifswald.

71 **Allgemeine und physikalische Chemie** von Dr. Max Rudolphi, Dozent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit 22 Figuren.

72 **Projektive Geometrie** in synthetischer Behandlung von Dr. Karl Doehlemann, Professor an der Universität München. Mit 85 zum Teil zweifarbigen Figuren.

73 **Völkerkunde** von Dr. Mich. Haberlandt, k. u. k. Custos der ethnograph. Sammlung d. naturh. Hofmuseums u. Privatdozent an der Univ. Wien. Mit 56 Abbildungen.

74 **Die Baukunst des Abendlandes** von Dr. K. Schafer, Assistent am Gewerbemuseum in Bremen. Mit 22 Abbildungen.

75 **Die graphischen Künste** v. Carl Kampmann, Fachlehrer an d. k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 3 Beilagen und 40 Abbildungen.

76 **Theoretische Physik.** I. Teil: Mechanik u. Akustik. Von Dr. Gust. Jäger, Professor a. d. Univ. Wien. Mit 19 Abbildungen.

77 **Theoretische Physik.** II. Teil: Licht und Wärme. Von Dr. Gust. Jäger, Professor an der Universität Wien. Mit 47 Abbildungen.

78 **Theoretische Physik.** III. Teil: Elektrizität und Magnetismus. Von Dr. Gustav Jäger, Professor a. der Universität Wien. Mit 33 Abbildgn.

79 **Gotische Sprachdenkmäler** mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Dr. Herm. Jantzen in Breslau.

80 **Stilkunde** von Karl Otto Hartmann, Gewerbeschulvorstand in Lahr. Mit 12 Vollbildern und 179 Textillustrationen.

81 **Vierstellige Tafeln und Gegentafeln** für logarithmisches und trigonometrisches Rechnen in zwei Farben zusammengestellt von Dr. Herm. Schubert, Professor an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg.

82 **Grundriß d. lateinischen Sprachlehre** von Professor Dr. W. Votsch in Magdeburg.

83 **Indische Religionsgeschichte** von Dr. Edmund Hardy, Professor a. d. Universität Würzburg.

84 **Nautik.** Kurzer Abriß des täglich an Bord von Handelsschiffen angewandten Teils der Schiffahrtskunde. Von Dr. Franz Schulze, Direktor d. Navigations-Schule zu Lübeck. Mit 56 Abbildungen.

85 **Französische Geschichte** von Dr. R. Sternfeld, Professor an der Universität Berlin.

86 **Kurzschrift.** Lehrbuch der Vereinfachten Deutschen Stenographie (Einigungs-System Stolze-Schrey) nebst Schlüssel, Lesestücken u. einem Anhang von Dr. Amsel, Oberlehrer des Kadettenhauses in Oranienstein.

87 **Höhere Analysis I:** Differentialrechnung. Von Dr. Frdr. Junker, Professor am Realgymnasium u. an der Realanstalt in Ulm. Mit 68 Fig.

88 **Höhere Analysis II:** Integralrechnung. Von Dr. Frdr. Junker, Professor am Realgymnasium u. an d. Realanstalt in Ulm. Mit 89 Fig.

89 **Analytische Geometrie des Raumes** von Professor Dr. M. Simon in Straßburg. Mit 28 Fig.

90 **Ethik** von Dr. Thomas Achelis in Bremen.

91 **Astrophysik,** die Beschaffenheit der Himmelskörper von Dr. Walter F. Wislicenus, Professor an der Universität Straßburg. Mit 11 Abbildungen.

92 **Astronomische Geographie** von Dr Siegmund Günther, Professor a. d. Technisch. Hochschule München. Mit vielen Abbildungen.

93 **Deutsches Leben im 12. Jahrhundert.** Kulturhistor. Erläuterungen zum Nibelungenlied und zur Kudrun. Von Professor Dr. Jul. Dieffenbacher in Freiburg i. B. Mit 1 Tafel und 30 Abbildungen.

Wenden!

94 **Photographie.** Von Prof. H. Keßler, Fachlehrer an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 4 Tafeln und 52 Abbildungen.

95 **Paläontologie.** Von Dr. Rud. Hoernes, Professor an der Universität Graz. Mit 87 Abbildungen.

96 **Bewegungsspiele** von Dr. E. Kohlrausch, Professor am Kgl. Kaiser-Wilhelms-Gymn. zu Hannover. Mit 14 Abbildungen.

97 **Stereometrie** von Dr. R. Glaser in Stuttgart. Mit 44 Figuren.

98 **Grundriß der Psychophysik** von Dr. G. F. Lipps in Leipzig. Mit 3 Figuren.

99 **Ebene und sphärische Trigonometrie** von Dr. Gerh. Hessenberg in Charlottenburg. Mit 69 ein- u. zweifarbigen Figuren.

100 **Sächsische Geschichte** von Prof. Dr. Otto Kaemmel, Rektor des Nicolaigymnasiums zu Leipzig.

101 **Sociologie** von Prof. Dr. Thom. Achelis in Bremen.

102 **Geodäsie** von Dr. C. Reinhertz, Professor an der Technischen Hochschule Hannover. Mit 66 Abbild.

103 **Wechselkunde** von Dr. G. Funk in Mannheim. Mit vielen Formul.

104 **Oesterreichische Geschichte I:** Von der Urzeit bis 1526 von Hofrat Dr. Fz v Krones, Professor an der Universität Graz.

105 **Oesterreich. Geschichte II:** Von 1526 bis zur Gegenwart von Hofrat Dr. Frz. v Krones, Professor an der Universität Graz.

106 **Forstwissenschaft** von Dr. Ad. Schwappach, Professor an d. Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation des forstl. Versuchswesens.

107 **Geschichte der Malerei I** von Dr. Rich. Muther, Professor an d. Universität Breslau.

108 **Geschichte der Malerei II** von Dr. Rich. Muther, Professor an d. Universität Breslau.

109 **Geschichte der Malerei III** von Dr. Rich. Muther, Professor an d. Universität Breslau.

110 **Geschichte der Malerei IV** von Dr. Rich. Muther, Professor an d. Universität Breslau.

111 **Geschichte der Malerei V** von Dr. Rich Muther, Professor an d. Universität Breslau.

112 **Physische Meereskunde** von Dr. Gerhard Schott an der Deutschen Seewarte in Hamburg. Mit vielen Abbildungen und Tafeln.

113 **Allgem. chemische Technologie** von Dr. Gust Rauter in Charlottenburg.

114 **Klimalehre** von Professor Dr. W. Koppen, Meteorologe d. Seewarte Hamburg. Mit 7 Tafeln u. 2 Figuren.

115 **Buchführung.** Lehrgang der einfachen und doppelten Buchhaltung von Robert Stern, Oberlehrer der Oeffentl. Handelslehranstalt und Dozent der Handelshochschule zu Leipzig. Mit vielen Formularen.

116 **Die Plastik des Abendlandes** von Dr. Hans Stegmann, Konservator am German. Nationalmuseum zu Nürnberg. Mit 23 Tafeln.

117 **Griechische Grammatik I:** Formenlehre von Dr. Hans Meltzer, Prof. a. d. Klosterschule z Maulbronn.

118 **Griechische Grammatik II:** Bedeutungslehre und Syntax von Dr. Hans Meltzer, Professor a. d. Klosterschule zu Maulbronn.

119 **Abriß der Burgenkunde** v. Hofrat Dr. Otto Piper in München. Mit 29 Abbildungen.

120 **Harmonielehre** von A. Halm, Musikdirektor in Stuttgart. Mit vielen Notenbeilagen.

121 **Geschichte der alten und mittelalterlichen Musik** von Dr. A. Möhler. Mit zahlreichen Abbildungen und Musikbeilagen.

122 **Das Pflanzenreich.** Einteilung d. gesamten Pflanzenreichs mit den wichtigsten und bekanntesten Arten von Dr. F. Reinecke in Breslau u. Dr. W. Migula, Professor an der Technischen Hochschule Karlsruhe. Mit 50 Figuren.

Sammlung Göschen.

Je in elegantem Leinwandband **80 Pf.**

123 **Nutzpflanzen** von Professor Dr. F. Behrens, Vorstand der Großh. landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg. Mit 53 Abbildungen.

124 **Die deutschen Altertümer** von Dr. Franz Fuhse, Direktor d. städt. Museums in Braunschweig. Mit 70 Abbildungen.

125 **Italienische Literaturgeschichte** von Dr. Karl Voßler, Privatdozent a. d. Universität Heidelberg.

126 **Deutsche Stammeskunde** von Dr. Rudolf Much, Privatdozent an der Universität Wien. Mit 2 Karten und 2 Tafeln.

127 **Pflanzenbiologie** von Dr. W. Migula, Professor an der Technischen Hochschule Karlsruhe Mit 50 Abb.

128 **Romanische Sprachwissenschaft** von Dr. Adolf Zauner, k. k. Realschulprofessor in Wien.

129 **Die Alpen** von Dr. Rob. Sieger, Privatdozent an der Universität u. Professor an der Exportakademie des k. k. Handelsmuseums in Wien. Mit 19 Abbildungen und 1 Karte.

130 **Das öffentl. Unterrichtswesen Deutschlands in der Gegenwart** von Dr. Paul Stößner, Gymnasialoberlehrer in Zwickau.

131 **Abriß der Biologie der Tiere I:** Entstehung und Weiterbildung der Tierwelt, Beziehungen zur organischen Natur von Dr. Heinr. Simroth, Professor an der Universität Leipzig. Mit 33 Abbildungen.

132 **Abriß der Biologie der Tiere II:** Beziehungen der Tiere zur organischen Natur von Dr. Heinr. Simroth, Professor an der Universität Leipzig. Mit 35 Abbildungen.

133 **Volkswirtschaftslehre** von Dr. Carl Johs. Fuchs, Professor an d. Universität Freiburg i. B.

134 **Deutsche Literaturgeschichte d. 19. Jahrhunderts I** von Dr Carl Weitbrecht, Professor an der Technischen Hochschule Stuttgart

135 **Deutsche Literaturgeschichte d. 19 Jahrhunderts II** v. Dr. Carl Weitbrecht, Professor an der Technischen Hochschule Stuttgart.

136 **Physikalische Formelsammlung** von G. Mahler, Prof. am Gymnasium in Ulm. Mit 67 Fig.

137 **Dichtungen aus mittelhochdeutscher Frühzeit.** In Auswahl mit Einleitungen u. Wörterbuch herausgegeben von Dr. Hermann Jantzen in Breslau.

138 **Simplicius Simplicissimus** von H. Jakob Christoffel v. Grimmelshausen. In Auswahl hrsg. v. Professor Dr. F. Bobertag, Dozent an der Universität Breslau.

139 **Kaufmännisches Rechnen I** von Richard Just, Oberlehrer an der Öffentlichen Handelslehranstalt der Dresdener Kaufmannschaft.

140 **Kaufmännisches Rechnen II** von Richard Just, Oberlehrer an der Öffentlichen Handelslehranstalt der Dresdener Kaufmannschaft.

141 **Morphologie, Anatomie und Physiologie der Pflanzen.** Von Dr. W. Migula, Professor an der Technischen Hochschule Karlsruhe. Mit vielen Abbildungen.

142 **Darstellende Geometrie I.** Von Dr. Rob. Haußner, Professor a. d. Technischen Hochschule Karlsruhe. Mit 100 Fig.

145 **Geschichte der Pädagogik** von Oberl. Dr. H. Weimer i. Wiesbaden.

146 **Repetitorium und Aufgabensammlung zur Differentialrechnung** von Dr. Friedr. Junker, Professor am Realgymnasium u. a. d. Realanstalt in Ulm. Mit 42 Fig.

147 **Repetitorium und Aufgabensammlung z. Integralrechnung** von Dr. Friedrich Junker, Professor am Realgymnasium und an der Realanstalt in Ulm. Mit 50 Fig.

148 **Finanzwissenschaft** v. Geh. Reg.-Rat Dr. R. van der Borght in Friedenau-Berlin.

149 **Musikal. Formenlehre (Kompositionslehre)** v. Stephan Krehl. I. Teil. Die reine Formenlehre. Mit vielen Notenbeispielen.

150 **Musikal. Formenlehre (Kompositionslehre)** von Stephan Krehl. II. Teil: Die angewandte Formenlehre. Mit vielen Notenbeispielen.

Sammlung Göschen.

Je in elegantem Leinwandband **80 Pf.**

151 **Schmarotzer u. Schmarotzertum i. d. Tierwelt.** Erste Einführung in die tierische Schmarotzerkunde v. Dr. Franz v Wagner, a. o. Prof. an der Universität Gießen. Mit 67 Abbildungen.

152 **Eisen-Hütten-Kunde von A. Krauß,** dipl. Hütteningenieur. I. Teil: Das Roheisen. Mit 17 Fig. und 4 Tafeln.

153 **Eisen-Hütten-Kunde von A. Krauß,** dipl. Hütteningenieur. II. Teil: Das Schmiedeisen. Mit 25 Figuren und 5 Tafeln.

154 **Gletscherkunde von Dr. Fritz Machaček** in Wien. Mit 5 Abbildungen im Text und 11 Tafeln.

155 **Das Fernsprechwesen** von Dr. Ludwig Rellstab in Berlin. Mit 47 Figuren und 1 Tafel.

156 **Kolonialgeschichte von Dr. Dietrich Schäfer,** Professor der Geschichte an der Universität Heidelberg

158 **Die Pflanzenwelt d. Gewässer** von Dr W Migula, Prof. an der Techn Hochschule Karlsruhe. Mit 50 Abbildungen.

159 **Fischerei und Fischzucht** v. Dr. Karl Eckstein, Prof. an der Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens.

160 **Bayrische Geschichte von Dr. Hans Ockel** in Augsburg

161 **Deutsche Literaturgeschichte der Klassikerzeit** von Dr. Carl Weitbrecht, Professor an der Technischen Hochschule Stuttgart.

162 **Die Hauptliteraturen d. Orients I. Teil:** Die Literaturen Ostasiens und Indiens von Dr. M. Haberlandt, Privatdozent an der Universität Wien.

163 **Die Hauptliteraturen d. Orients II. Teil:** Die Literaturen der Perser, Semiten und Türken von Dr. M Haberlandt, Privatdozent a. d. Universität Wien.

164 **Musikgeschichte des 19. Jahrhunderts I. Teil von Dr. K. Grunsky** in Stuttgart.

165 **Musikgeschichte des 19. Jahrhunderts II. Teil von Dr. K. Grunsky** in Stuttgart.

166 **Russische Literaturgeschichte** von Dr. Georg Polonskij in München.

167 **Spanische Literaturgeschichte I. Teil** von Dr. Rudolf Beer in Wien.

168 **Spanische Literaturgeschichte II. Teil** von Dr. Rudolf Beer in Wien.

Die Sammlung wird in rascher Folge fortgesetzt.

University of Toronto Library

DO NOT REMOVE THE CARD FROM THIS POCKET

Acme Library Card Pocket
LOWE-MARTIN CO. LIMITED

Sa

Samm

die, auf wis
des Praktike
fassliche Da

G. J.

Verzeichn

1 Elementar
Algebra vo
Schubert in
2 Elementar
W. Fliegner
3 Ebene und
metrie von
Hamburg.
4 Elementar
Dr. F. Bohn
5 Niedere An
binatorik,
rechnung,
diophantisch
Professor D
in Hamburg
6 Algebra
elementare
Dr. Otto Pu
7 Ebene Geo
Professor Dr
burg. M. 5
8 Analytische
Ebene von
in Straßbur
9 Analyt. Ge
I. Teil: Ge
von Professo
Straßburg.
10 Differentia
Dr. Frz. Mey
12 Elemente
Geometrie
in Hamburg.
13 Differentialg
Dr. L. Schlesinger